ISSN 1017-0863

農業試驗所
TARI

# 技術服務

季刊
2016年12月

百合重要病毒病簡介與診斷鑑定

藍紫色蝴蝶蘭育種之探討

設施農業關鍵人才之職能基準分析

未來氣候推估資料庫建置及利用

農試所協助種苗產業發展，提供健康型種苗生產技術

108

2016.Vol.27 No.4

第27卷第4期

中華民國105年12月出版

# 目錄

封面說明：本所開發出一套整合光照、溫度及灌溉等元素在內的苗株培育技術，可提高育苗場生產效率與苗株價值。

◎圖/農場組　◎文/作物組

行政院農業委員會農業試驗所技術服務季刊
出 版 者/行政院農業委員會農業試驗所
創刊年月/民國79年3月
發 行 人：陳駿季
總 編 輯：方尚仁
執行編輯：黃淑華
地　　址：台中市霧峰區萬豐里中正路189號
網　　址：http://www.tari.gov.tw
電　　話：(04)23302301~5
農民服務專線：04-23317456
本刊內容已全文上網，歡迎訂閱農業試驗所電子報，詳情請見本所網站-便民服務-訂閱電子報。
版權所有、轉載須經本所同意
展售書局：
■五南文化廣場　台中市中山路6號（04）22260330
■國家書店松江門市
台北市松江路209號1樓（02）25180207（代表號）
■國家網路書店：http：//www.govbooks.com.tw
承 印 者：農世股份有限公司
台中市漢口路3段55巷21號（04）22932036
定　　價：NT 35 元
行政院新聞局出版事業登記證局版臺省誌字第8276號
中華郵政中台字第0759號執照登記為雜誌交寄

GPN：2007900008
ISSN：1017-0863　NT$35


## 植物病理

■由茭白基腐病與矮化症之防治研究創出茭白筍產期調控與週年生產技術
黃晉興　安寶貞 ........ 1

■百合重要病毒病簡介與診斷鑑定
陳金枝 ........ 5

■高溫和淹水對百合車前草嵌紋病毒存活之影響及應用
陳金枝　張郁靈　劉宇真 ........ 10

## 生物技術

■藍紫色蝴蝶蘭育種之探討
曹進義　夏奇鋸　吳容儀　陳威臣 ........ 14

## 出國報告

■夏威夷研習粉介殼蟲之寄生蜂大量繁殖技術及鑑定之見聞
陳淑佩　陳健忠 ........ 18

## 農業工程

■計算流體力學於農業溫室的應用
姚銘輝　陳智霖　邱郁凱　洪福良 ........ 23

## 農業推廣

■設施農業關鍵人才之職能基準分析
楊世華　陳源俊　張采蘋　葉有順　石信德 ........ 30

## 策略規畫

■國際農研機關之標竿學習與啟示
楊舜臣　李宜映 ........ 34

## 氣候變遷

■未來氣候推估資料庫建置及利用
姚銘輝 ........ 39

## 新聞訊息

■農試所協助種苗產業發展，提供健康型種苗生產技術
蕭巧玲　楊純明 ........ 40

■農試所：以耐儲運且櫥架壽命長的桃新品種台農7號「紅鈴」，台灣有希望成為全球獨有4月鮮食桃的供應地
溫英杰 ........ 41

# 由茭白基腐病與矮化症之防治研究創出茭白筍產期調控與週年生產技術

農試所植病組 黃晉與　農試所退休人員 安寶貞

## 一、前言

茭白(*Zizania latifolia* (Griseb.) Turcz. ex Stapf.) 是一種喜近水的多年生草本植物，原本是會開花結種子的（中國古代稱之為菰米），但受到茭白黑穗菌 (*Ustilago esculenta* P. Henn.) 感染後莖基部會膨大產生白色筍狀物，即茭白筍 (圖一A)。在台灣栽培的茭白主要有‘早生青殼’品種與‘赤殼’品種。前者約佔90%，主要產筍季為4-6月與8-10月2期；後者僅為10-11月1期。在台灣栽培的茭白曾自民國89年起發生嚴重的基腐病 (圖一B) 與90年發生嚴重矮化症 (圖一C)，一年損失超過一億元新台幣，整個茭白筍產業受到嚴重的打擊。經作者多年的研究，不僅成功防治上述2種重要病害，並由整合病害防治的技術而創造出茭白筍由一年二收增進為三收的技術，進一步再研發出全球首創的茭白筍調控產期，可以週年生產茭白筍，顛覆了數百年來茭白筍的栽培。

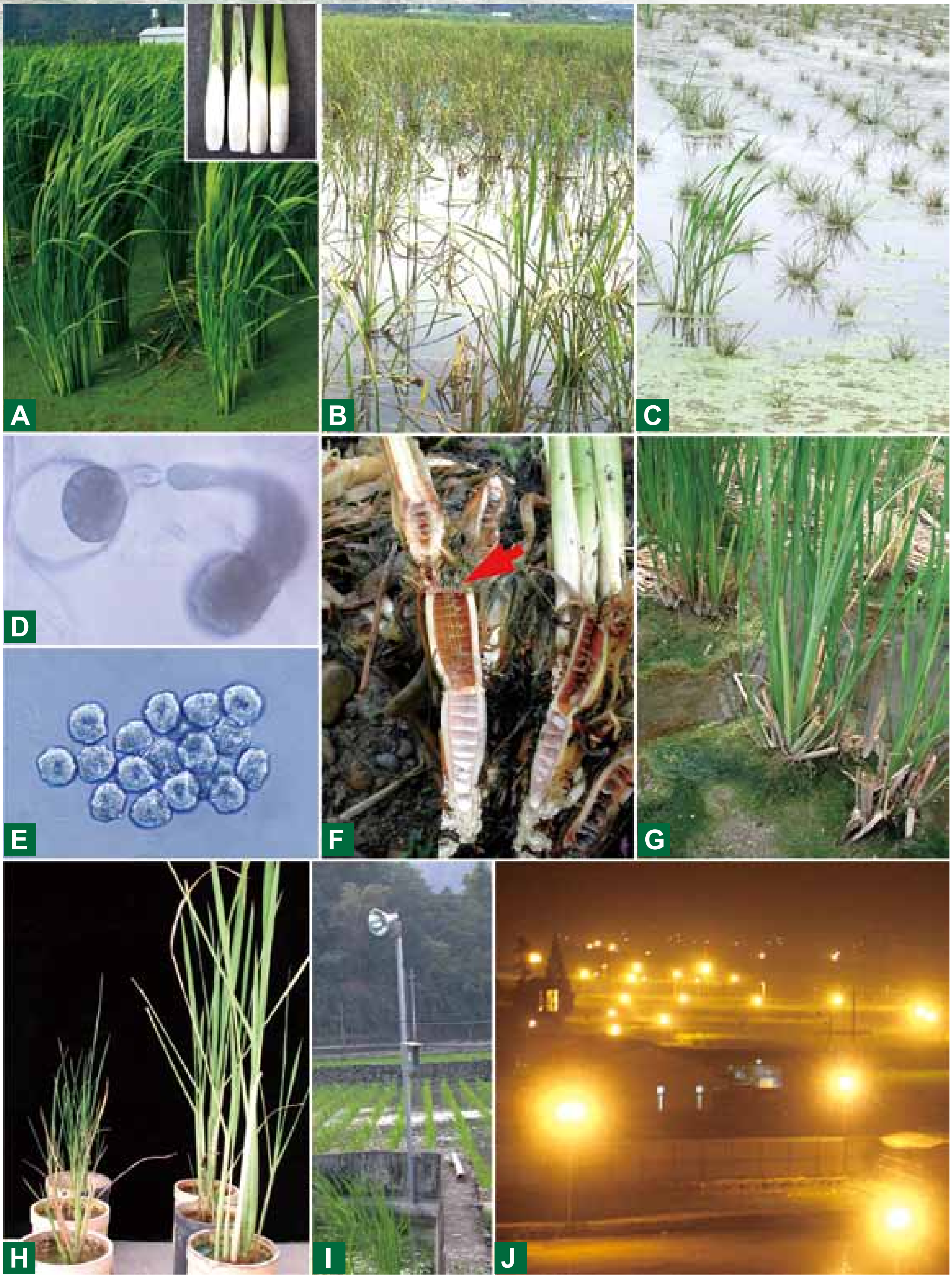
作　　者：黃晉與副研究員
連絡電話：04-23317509

## 二、茭白基腐病與矮化症之病理研究與產期調控的技術整合

(一) 採筍期末排水以降低茭白基腐病發病度：研究証明茭白基腐病主要病原菌為*Pythiogeton zizaniae*，該菌可產生藉水傳播的游走孢子 (圖一D、圖一E)，由浸在水中之採收傷口侵入 (圖一F筍頭處)，每年在5月病害開始發生且發病度快速上昇，在7月病害最嚴重。採筍期末排水1個月可降低茭白基腐病，以確保下一期筍的產量與品質。然而排水期間，茭白筍的產量會減少而筍品質會降低，若提早於5月排水則對盛產期茭白筍產量與品質影響太大；而延後於7月排水雖對茭白筍影響較小 (第一筍期將結束)，但病害已達高峰，無法有效防治基腐病，故折衷於6月排水，發病度可由40%降至約20% (圖一G)。

(二) 夜間光照以防治茭白矮化症：發生矮化症的茭白植株須割除或重新種植，損失頗大。研究証明該病害是長夜季節茭白自然的生理障礙，研發以夜間照光6-12小時即可防治，防治成功率99% (圖一H、I、J)。

(三) 提前種植並夜間光照使茭白第一期筍提前並有益於基腐病防治：慣行




圖一、台灣茭白筍之栽培與病害。(A) 健康茭白植株；(B) 茭白基腐病；(C) 矮化症，(D, E) 基腐病病原菌Pythiogeton zizaniae在水中可產生游走孢子；(F) 病原菌易自浸在水中的茭白採筍傷口侵入 (箭頭)；(G) 採筍末期排水以防治基腐病；(H, I, J) 茭白矮化症是茭白植株於長夜季節的生理現象，以夜間光照可防治。

茭白栽培是每年元旦左右種植，100天後於4月上旬開始結筍採收，採收末期為6月份，若提早種植有機會提早結筍但易發生矮化症，故提早於11-12月份種植並夜間照光，可使茭白筍第一期提早1個月以上，由4月上旬採筍提早至3月上旬，而提早採收則採收末期為4月末，則可使排水防治基腐病由以前6月提早至5月實施，可減少因排水期間造成茭白筍產量與品質的損失 (圖二K)。

(四) 排水期間割除地上部枝葉使基腐病之發病度小於1.5%：由於筍期末排水1個月僅能降低發病度一半，而根據研究顯示部分病原菌仍殘留莖部 (圖二L)，故於排水期間割除地上部枝葉則可去除殘留病原，而再生之分蘗苗成長後之發病度小於1.5% (圖二M)。

(五) 每一筍期集中得以使茭白筍一年二收增爲三收：以茭白筍筍期期末排乾水+割除地上部枝葉+冬季夜間照光，使茭白筍一年二收增為三收。割除地上部枝葉使再生之分蘗苗同步成長，則可將採筍期集中，由慣行筍期2.5個月集中縮短為1個月，再配合冬季夜間照光，則能在冬季創出第三筍期 (圖二N、O、P)。

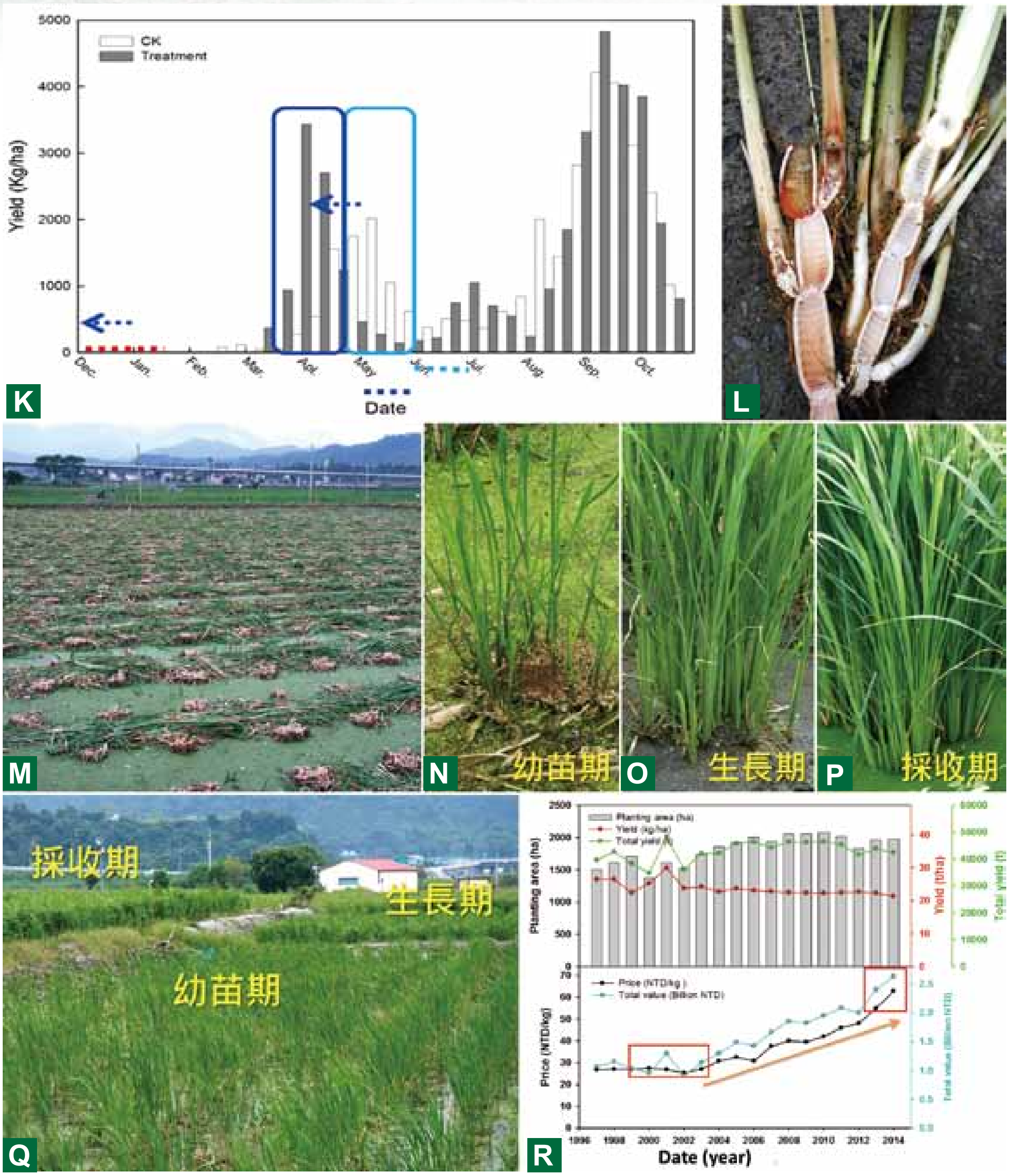
(六) 數塊田輪流割除地上部枝葉得以使茭白筍週年採收：以數塊田輪流於不同月份割除地上部枝葉使再生之分蘗苗同步成長，長夜季節需輔以夜間照光，創造出茭白筍週年採收之創新生產模式(圖二Q)。

(七) 再割除幼苗得以使茭白筍期延後：於長日季節以再割除幼苗，使再長出新芽，來調控茭白延後生長結筍，創造出茭白筍採收期可延後以避開一般盛產期之創新生產模式。

(八) 夜間光照日數的長短得以控制茭白結筍期延後或提早：於長夜季節田間試驗顯示夜間照光日數短則提早結筍，而夜間照光日數長則延後結筍，藉由此現象創造出茭白筍採收期可任意調整之創新生產模式。

## 三、結語

除了試驗研究之外，透過不斷於農會講授技術以及到田間現場指導農民，才能使研發的技術落實到產業應用，並得以在田間獲得技術改善的創意。由於這些簡單實用的產期調控技術，使茭白筍產量不再明顯集中於春秋兩季，價格也不會因茭白筍產量過分集中而崩跌，使茭白筍產值由民國91年的9.1億元新台幣增至民國100年以後的每年均超過20億元新台幣，甚至民國103年茭白筍產值達26億元新台幣 (圖二R)，主要原因可能是週年可供貨而有助銷售，而且產量平穩使價格不崩跌故逐年上揚。這8種技術的整合，使台灣茭白筍產業日益壯大，成為全球茭白筍栽培最先進的國家。




圖二、台灣茭白筍之產期調控。(K) 提前種植並夜間光照使茭白第一期筍主產期得以提，排水處理也可提早；(L, M) 排水期間割除地上部枝葉以去除　據在茭白莖部的基腐病病原菌，可使下一季茭白基腐病之發病度大幅減少；(N, O, P) 割除地上部枝葉使再生之分櫱苗同步成長，則可將採筍期集中；(Q) 數塊田輪流割除地上部枝葉而於長夜季節夜間光照，得以使茭白筍週年採收；(R) 綜合數種技術使台灣茭白筍產值倍增。

# 百合重要病毒病簡介與診斷鑑定

農試所植病組 陳金枝

## 一、前言

國內百合種球種植面積約300公頃，種球主要自國外進口，種植後採收切花銷售。種球主要以荷蘭進口為大宗，其他尚有由智利、紐西蘭及法國進口者。國內百合種球來源，根據農委會農產貿易統計查詢系統資料(2016)，每年由上述國家進口總量6000萬球左右，於山區及平地田區均可耕種下，已週年可生產百合切花。產地包括后里、神岡、新社、埔里、桃園、清境農場、阿里山等處。國內百合產業以切花生產為主，104年度百合切花產值達19.1億元，佔花卉總產值166億之11.5%，居花卉產值之第二位，僅次於蘭花，為深具經濟重要性之花卉產業。

病毒病乃影響百合切花品質與產值之關鍵病害，國際間已有記錄之百合病毒病約有十餘種，包括百合斑紋病毒 (*Lily mottle virus*; 簡稱LMoV)、胡瓜嵌紋病毒 (*Cucumber mosaic virus*; 簡稱CMV)、百合隱徵型病毒 (*Lily symptomless virus*; 簡稱LSV)、百合X病毒 (*Lily virus* X; 簡稱LVX)、草莓潛隱輪斑病毒 (*Strawberry latent ringspot virus*; 簡稱SLRSV)、車前草嵌紋病毒（*Plantago asiatica mosaic virus*，簡稱PlAMV)、*Arabis mosaic virus* (ArMV)、*Cycas necrotic stunt virus* (CNSV)、*Tulip breaking virus* (TBV)、*Tobacco mosaic virus* (TMV)、*Tobacco ringspot virus* (TRSV)及*Tobacco rattle virus* (TRV)等。國內有記錄者為LMoV、CMV及LSV，其中以LMoV為普遍發生。

近年來PlAMV重創國外百合種球之繁殖體系，並已成為目前百合種球繁殖或切花生產之限制因子。依105年最新修正之中華民國輸入植物或植物產品檢疫規定，LMoV和PlAMV均為檢疫有害生物，另行政院動植物防疫檢疫局分別於民國103年1月及9月公告荷蘭產及智利產百合種球輸入檢疫條件，嚴密監測其可能隨國外百合種球輸入之風險，以防範相關病毒病危害並維護國內百合切花產業之永續發展。

在考量我國百合切花產業對進口種球之需求，以及生產國對此病毒已有之風險管理措施下，我國現行對於荷蘭產及智利產百合種球之檢疫規定，對於

作　　者：陳金枝助理研究員
連絡電話：04-23317518

PlAMV之田間檢疫均有千分之五之容許度，因此國外發生之PlAMV病毒仍有可能隨進口種球帶毒而輸入國內之風險。目前國內對百合種球之病毒檢定技術已能有效應用於此病毒之檢疫與防疫監測，可加強此病毒可能隨進口種球輸入之防堵措施，防範其在國內立足。

以下茲介紹LMoV及PlAMV病毒特性及其引發之病徵型態，以能更認識此兩種病毒對百合產業之影響，並提供栽培業者於田間栽植過程中之自主控管，提昇對可疑病毒病之判斷力，以即時通報國內之防檢疫單位進行有效的監測與處理措施，進而能強化國內對百合病毒病之檢防疫監測網。

## 二、百合病毒病特徵與診斷鑑定

### (一)百合斑紋病毒 (*Lily mottle virus*，簡稱LMoV)

**1. 病毒特性：**LMoV屬於*Potyvirus*屬病毒的成員，此病毒可經由帶毒汁液之機械傷口傳播、種球帶毒或蚜蟲傳播。

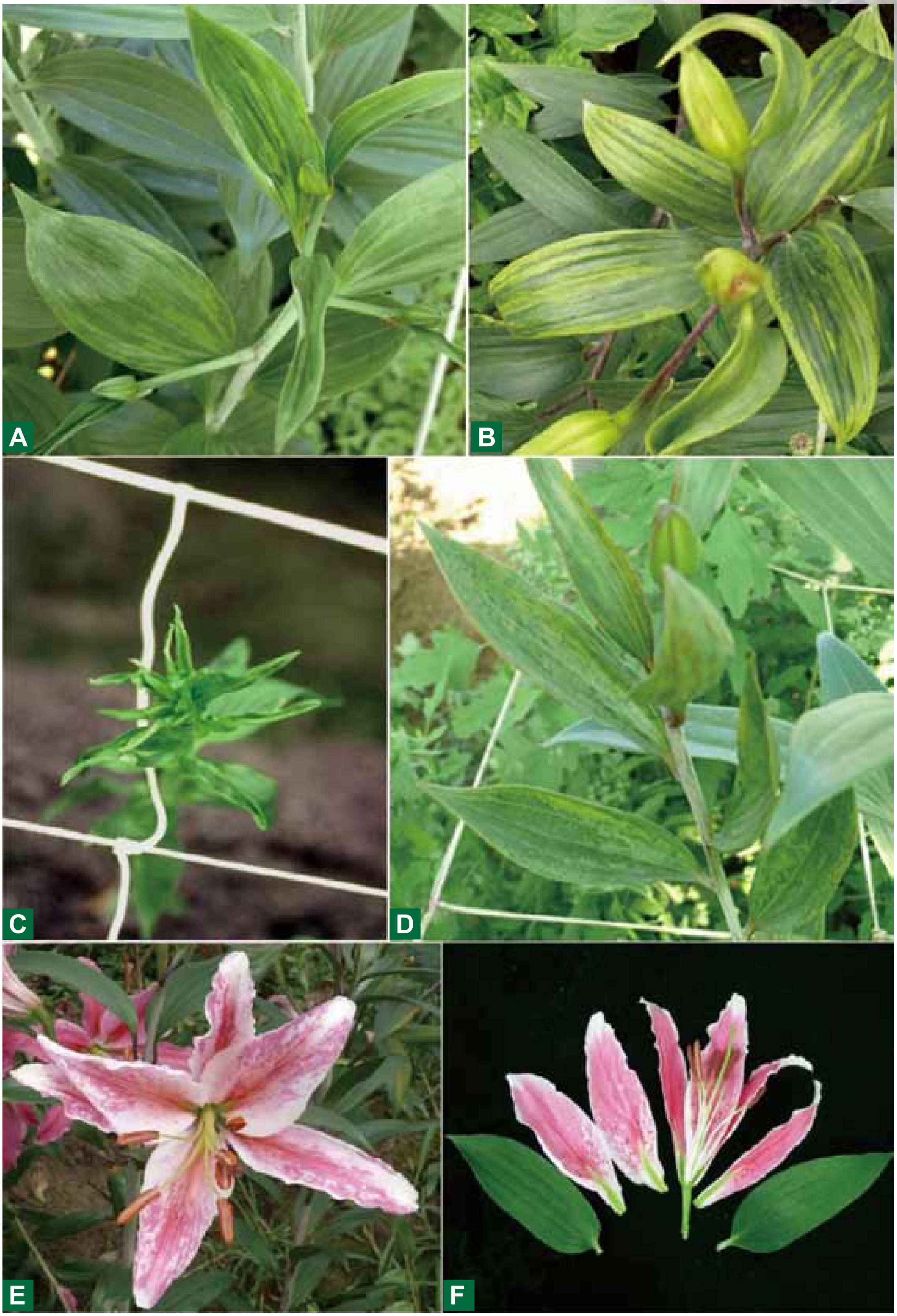
**2. 病徵型態與診斷：**LMoV罹病株之葉片常見呈現系統性斑紋或嵌紋徵狀，也可見黃化條斑徵狀或葉片輕微捲曲變形徵狀者 (圖一A、B、D)；植株幼期發病者，其葉片嚴重嵌紋而植株矮化(圖一C)；中後期發病嚴重者植株生長不良。於紅色花品種之花朵出現著色不均之褪色現象(圖一E)。近年來百合品系多樣化，對LMoV之感受性依不同品系而有差異，某些品係受LMoV感染後植株葉片並未呈現病徵，或僅於花苞上可見著色不均現象(圖一F)。

**3. 防治方法：**(1) 種植無特定病毒健康種球；(2)田間定植期間，發現病株應予以拔除以降低病毒傳染源；(3)防治蚜蟲以降低蟲口密度；(4)防治田間雜草以避免病毒透過雜草寄主殘存而傳播至百合植株；(5)針對健康株或可疑病株分別使用專用刀具，以避免帶毒汁液透過刀具於切花過程而傳播；(6)冬季低溫時期設置防風寒設施，避免因氣溫偏低而造成發病植株病徵趨於嚴重；(7)不留二代球種植，以避免帶毒種球影響生長與切花品質。

### (二)、車前草嵌紋病毒（*Plantago asiatica mosaic virus*，簡稱PlAMV）

**1. 病毒特性及對百合產業之影響：**PlAMV屬於*Potexvirus*屬病毒的成員，此病毒可透過汁液機械傳播及種球帶毒傳播，目前尚未有蟲媒傳播之紀錄。此病毒於1976年由前蘇聯之學者首次在車前草上發現與命名，可藉由機械傷口與種苗傳播。2003年，日本學者Takeuchi等人首次證實該病毒可感染百合，造成罹病植株之葉片壞疽，嚴重影響植株之生育與開花品質；百合種球生產國荷蘭之植物保護署 (Plant Protection Service of the Netherlands)也於2010年報導此病毒於其境內發生，指出此病毒引起溫室種植之百合植株葉片出現壞疽，花卉產值下降，造成至少80 %之損失。

**2. 病徵型態與診斷：**由進口種球種植後，檢出有PlAMV之植株發生有葉片黃




圖一、LMoV引起之百合病徵型態。普遍常見嵌紋(A, B)或斑駁(D)徵狀；植株幼小時發病則呈現嚴重嵌紋矮化(C)；花瓣呈現著色不均(E)；特定品系植株葉片無徵狀，僅見花苞著色不均(F)。

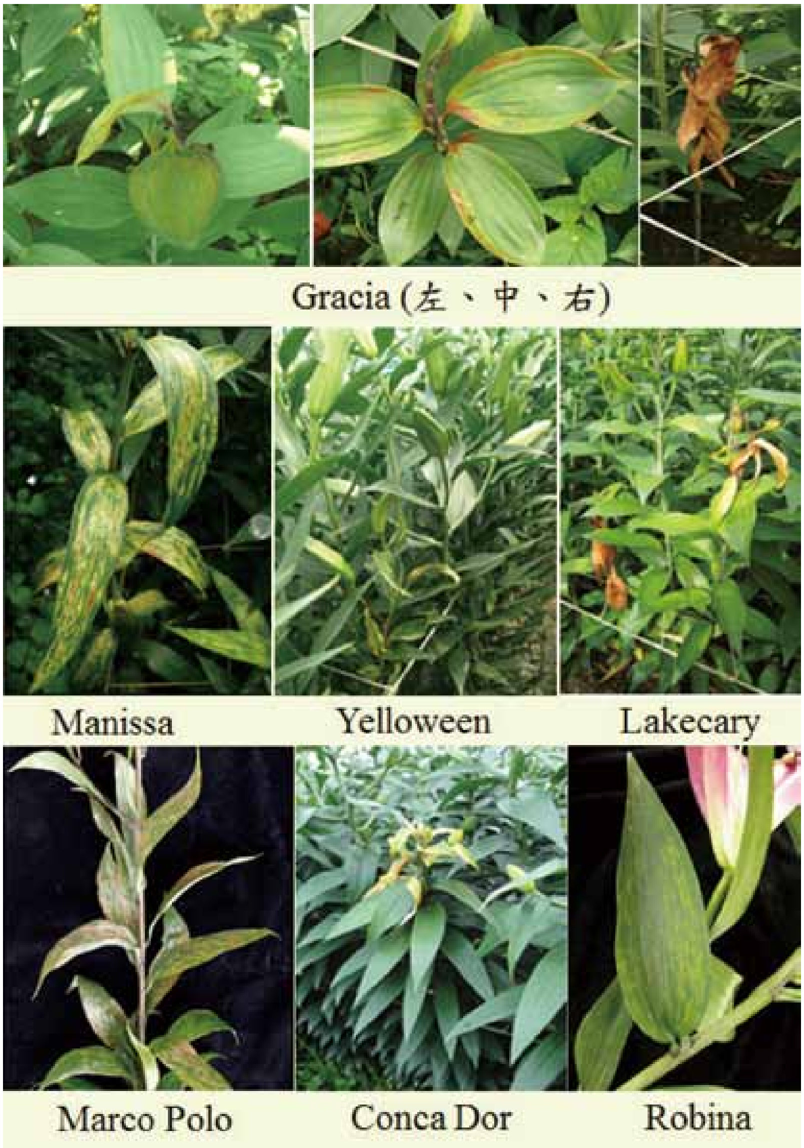
化壞疽，或有新葉生長不良，嚴重時全株黃化萎凋之徵狀；或有莖部褐化者，或有花苞期才出現頂梢葉片及花苞黃化徵狀 (圖二)。此等均屬可摧毀百合生長或切花品質之嚴重型徵狀，然而病徵之呈現依百合品系而有差異 (表一)。晚期(花苞期)發病為受此病毒感染後之另一特性，常於花苞期才出現頂梢黃化及花苞消蕾等現象。此等嚴重型之病徵乃PlAMV造成之常見徵狀，但同一品系亦有病徵不明顯或無病之現象，包括Manissa、Robina及Sorbonne等品系均有此等特性 (表一、圖三)。有些Robina植株不呈現病徵，但僅於花苞上有輕微之著色不均現象，呈現晚期發病及病徵不明顯等現象(圖三)。

### 3. 防治方法：

PlAMV防治方法上與LMoV雷同，但其目前尚無透過蟲媒傳播之記錄。另外，PlAMV目前被規範為百合檢疫病毒，以進口檢疫把關為首要策略；而在田間栽培期間，透過農友主動通報可疑病毒病於防檢疫單位，可強化國內對此病毒監測之風險控管。

## 三、結語

國內之百合栽培模式以進口種球做切花栽培為主，在整個百合繁殖及生產體系中，切花為產業終端，因此百合種




圖二、不同百合品系之PlAMV病徵。

**表一、不同百合品系之PlAMV病徵型態**

| 品系 | 病徵表現型態 |
|---|---|
| Gracia | 新葉壞疽、黃化嵌紋壞疽、全株黃化萎凋 |
| Casa Blanca | 黃化嵌紋壞疽、莖部褐化 |
| Conca Dor | 黃化嵌紋壞疽、花梗褐化壞疽、花苞及新葉黃化 |
| Manissa | 黃化嵌紋壞疽、莖部褐化、花苞著色不均、無徵狀 |
| Robina | 黃化嵌紋壞疽、花苞著色不均、無徵狀 |
| Lakecary | 黃化嵌紋壞疽、花苞及新葉黃化、全株黃化萎凋 |
| Yelloween | 黃化嵌紋壞疽、全株黃化壞疽萎凋 |
| Marco Polo | 黃化嵌紋壞疽、莖部褐化、花苞著色不均、全株壞疽 |
| Moutezuma | 黃化嵌紋壞疽、花苞及新葉黃化 |
| Donato | 黃化嵌紋壞疽、花苞著色不均、 |
| Sorbonne | 黃化嵌紋壞疽、莖部褐化、花苞著色不均、無徵狀 |
| Belladonna | 黃化嵌紋壞疽 |

圖三、PlAMV罹病株具有無病徵或病徵明顯之百合品系。

球之品質乃維護國內切花產值的重要關鍵。病毒病對百合之生產具有關鍵性的影響，其中LMoV及PlAMV均為種球帶毒傳播之百合病毒，而PlAMV更為近五年來嚴重影響國外百合種球繁殖及切花生產之病毒種類。我國每年從國外進口大量百合種球，在目前現行之進口百合種球檢疫規定裡，對於PlAMV之田間檢疫均有千分之五之容許度，因此國外發生此病毒而隨進口種球輸入國內仍有一定風險。因此加強對百合病毒之檢疫監測，可強化防堵病毒隨進口種球輸入，進一步確保國內之切花生產。

透過對病毒病徵之認識，可於第一時間針對田間栽培株進行清除可疑病株；對於病徵不明顯或於花苞晚期才發病之品系而言，生長期間透過實驗室之檢測檢定，可更明確地掌握植株帶病毒概況以因應。近年來農業試驗所已開發可有效檢定此等百合病毒之檢測試劑與技術，並已實務應用於配合防檢局建構對百合病毒防檢疫措施之進口百合種球與田間百合植株的病毒診斷鑑定與監測。

# 高溫和淹水對百合車前草嵌紋病毒存活之影響及應用

農試所植病組 陳金枝 張郁靈　動植物防疫檢疫局 劉宇真

## 一、前言

國內百合栽培模式為栽植進口種球以採收切花銷售，依據行政院農業委員會公布之104年度農業生產資料顯示，百合切花年產值達19.1億元，佔全國花卉總產值的11.5%，居花卉產值之第二位，僅次於蘭花。病毒病為百合種球繁殖與切花生產之主要限制因子，近年來國外有車前草嵌紋病毒(*Plantago asiatica mosaic virus*，簡稱PlAMV)之發生而重創國外百合種球生產之體系。受PlAMV感染之百合普遍造成罹病植株之葉片黃化嵌紋壞疽，敏感品系者則嚴重黃化萎凋，影響植株之生育與開花品質；部分品系即使受此病毒感染並不呈現病徵，而有成為帶毒傳播感染源之風險。

PlAMV已成為國際性的病毒病害議題，威脅百合產業甚鉅。荷蘭為全球最大之種球生產國，從2010年荷蘭發布PlAMV病害後，陸續影響其國內百合種球繁殖之產值。荷蘭近年來積極對此病毒病進行檢定監控，以降低病毒之威脅並確保其國內種球繁殖之品質與國際商譽。由荷蘭經濟部及荷蘭植物保護機關(Dutch NPPO, NVWA)認可並委託之民間檢查機構-荷蘭球根花卉種球檢查服務中心 (Bloembollenkeuringsdienst, BKD)執行相關田間檢疫業務，每年依照種球生產者之申請，以登錄百合於田間栽培之「批號」(Lot No.)作為管理與追蹤溯源之依據。針對其國內繁殖用種球之管理，除以田間檢疫方式外，另會抽樣田間樣品進行實驗室檢測，若該批號之百合經實驗室檢測有高於規定之病毒容許度者，則限制其不能做為下一季之繁殖用種球以控管健康品質；但僅限制其不能做為種球繁殖用，而種球(或開花球)仍可作為商業銷售用，只要有買方願意承購均可銷售。因此，荷蘭百合種球生產之”批號”為重要之生產與品質控管依據，也是我方就進口百合種球檢出病毒而據以向荷方舉證並要求改善之重要憑據。

近五年多來為防堵此病毒可能隨進口種球輸入國內而影響切花生產，行政院農業委員會動植物防疫檢疫局(以下簡

作　　者：陳金枝助理研究員
連絡電話：04-23317518

稱防檢局)積極謀策因應解決，將此病毒規範為百合重要檢疫病毒，列於須經適當檢疫處理之有害生物，已建立百合進口種球對PlAMV之檢疫防線，以控管輸入種球之品質。農業試驗所以其研發之PlAMV檢測試劑與技術配合防檢疫政策執行病毒之相關監測，以建置並維護對此病毒檢防疫網之完整。防檢局於民國103年1月及9月分別公告荷蘭產及智利產百合種球輸入檢疫條件，亦每年公告此兩國之合格百合種球批號，提供產業界購買合格而有保障之種球。針對輸入種球若檢出有PlAMV病毒，依據雙邊檢疫規定條件，可依據第七條「不符規定處理方式」要求輸入國進行改善。

為因應國內百合切花生產之種球進口量之產業需求，以及此生產國對病毒之風險控管已有相關管理措施配合下，於現行檢疫規定裡，對PlAMV之田間檢疫有千分之五之容許度，因此國外發生之病毒仍有可能隨進口種球帶毒而輸入國內之風險。面對此可能風險，除現有已建置之國際性檢疫防線，以及病毒監測技術以維護輸入種球之品質外，進一步了解PlAMV特性以擬定可行之防疫處理關鍵措施，防杜此病毒於田間發病之風險管理，確保國內百合切花生產環境之安全。本研究探討高溫與淹水浸泡兩因子對PlAMV在植株上之殘存影響，以建構並強化對此病毒之田間防疫措施。

## 二、高溫對PlAMV感染力之影響

PlAMV為 *Potexvirus* 屬病毒成員，可經由汁液機械傳播予健康株，主要藉由帶毒種球繁殖與行銷而於國際間傳播。PlAMV之罹病組織液可以機械傳播方式接種於奎藜(*Chenopodium quinoa*)而形成單斑，本研究以接種於奎藜葉片所形成之單斑數作為評估不同溫度處理對PlAMV殘存感染力之影響。

結果顯示低於60℃之溫度處理者，PlAMV於奎藜葉片之單斑數可達”200個/葉”以上；處理溫度為70或80℃者，單斑數平均降為”3個/葉”以下；處理溫度為90℃者，單斑數降為”0個/葉”；顯見70℃溫度 (或以上) 對PlAMV病毒有破壞性而降低其感染力之效果(圖一)，此與文獻上記錄溫度大於82℃後可對大部分之微生物 (包括病毒) 有致死作用相吻合。

## 三、日曬及淹水浸泡處理後對PlAMV感染力之影響

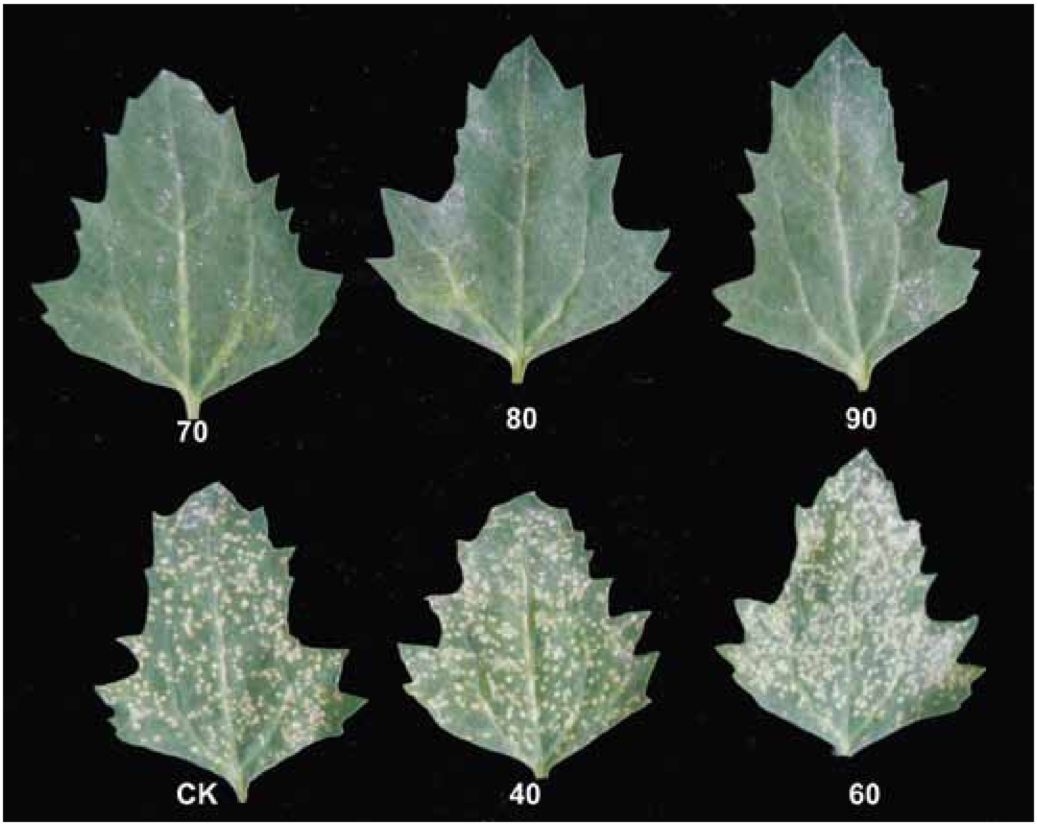
將種植於溫室內而檢出有PlAMV病毒之百合植株組織，分別以日曬、淹水浸泡、日曬加泡水等方式處理，並於處理後每隔7天採取罹病組織0.1 g 進行奎藜單斑接種試驗，觀察葉片PlAMV單斑表現以評估病毒之活性。結果顯示(1) PlAMV罹病組織經日曬14-21天後之百合罹病組織所接種出之奎藜單斑數有降低趨勢，尤其若經日曬配合泡水處理者，則於處理21天時可見明顯效果，處理後之罹病組織所接種出之奎藜單斑數明顯降低，顯示具感染力之PlAMV已降解 (表一)。而球根組織經日曬配合泡水處理35天者，則組織腐爛無法取樣檢測。

## 四、高溫日曬和淹水浸泡方式對百合PlAMV田間防疫處理應用之可行性策略

若田間栽培百合因進口種球帶毒而發病時，立即清除病株清運銷毀方式，可斷除病毒之傳染源。以百合而言，零星之發生植株可以此方式處理，能即時清除病株。而對於田區，若有較多罹病株發生者，為降低病毒隨植株殘存之風險，於切花採收後可針對PlAMV特性加以運用可行之措施，以進行田區全園之清潔管理。

PlAMV對熱敏感，高於70℃以上之溫度處理即可破壞此病毒而削減其感染力，加上PlAMV不耐日曬及淹水。整體田間防疫處理措施，可針對PlAMV對溫度敏感之特性，於田間配合土壤蒸汽消毒，或是日曬及翻犁後之淹水等措施。尤其泡水處理可加速植株殘體崩解而促使病毒降解，推估於淹水1個月後對PlAMV之降解效果最佳。若田區因進口種球帶毒而因此發生PlAMV時，此等病毒特性可提供後續可行之田間衛生防疫處理參考。

國內百合栽培區於平地及山區因應環境條件不同，可有不同之配套措施，於平地可配合水田輪作並可以同時預防由*Fusarium*真菌引起之黃葉病連作障




**圖一、奎藜單斑接種試驗評估溫度處理對PlAMV感染力之影響。70℃溫度（或以上）對PlAMV病毒有破壞性而降低其感染力，於奎藜上形成之單斑數明顯降低。**

礙；於山區不適合淹水及水田耕作者，可直接應用土壤蒸汽消毒法透過高溫除滅病毒。相關PlAMV田間防疫可行措施，詳如(圖二)。

## 五、結　語

日本在2003年已證實此病毒發生於百合迄今，PlAMV於百合上立足已超過十二年以上，百合種球最大供應國荷蘭並於2010年證實此病毒之發生，加上智利及紐西蘭等國之進口百合種球均陸續被檢出有PlAMV，近年來中國大陸、美國及義大利亦陸續有從進口種球檢出PlAMV之報告，因此病毒已隨種球之國際貿易行為而散播於世界各地百合栽培國。近年來台灣於進口種球攔截到此病毒，促使我國重視並管理此病毒隨種球進口傳入並造成危害的風險。

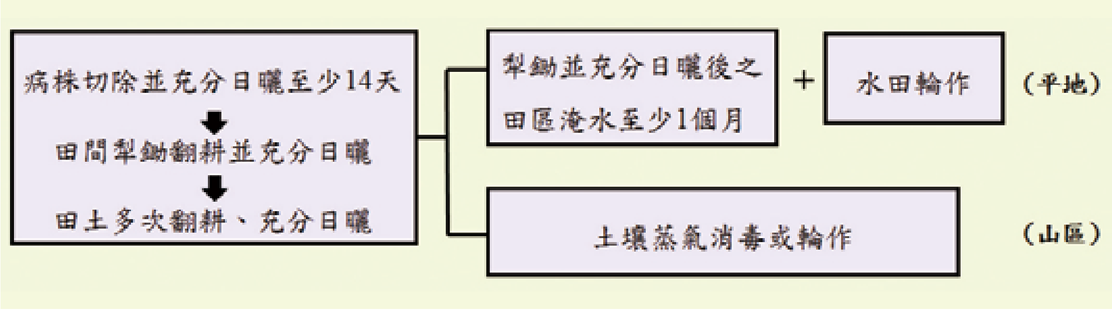
PlAMV普遍引起百合黃化嵌紋壞疽或萎凋型嚴重病徵，除田間目視法觀察病徵與否外，透過實驗室的檢測法方得以強化病毒監測效益。荷蘭已針對此病毒積極性地進行控管措施以確保百合種球品質，加上台荷雙邊諮商同意強化病毒管理，我方並已訂立相關輸入檢疫條件，用以確保輸入台灣的種球符合規定。

在整體PlAMV防疫檢疫網之完整架構上，國內百合切花生產者及進口商向國外有商譽的種球公司購買公告之合格批號種球，除可確保自身權益外，亦能在發生病毒問題球時，提供其批號通報防檢局據以向種球輸出國要求改善，更能進一步確保國內切花產業之穩定。此外，配合就PlAMV對不耐高溫及怕淹水之生物特性所研擬之田間防疫措施，作為百合切花採收後田間防疫措施之管理，相信在政府防檢疫措施之政策推動，加上國內百合切花生產業者之有效配合，必可防杜此病毒對百合產業之有害影響度。

**表一、百合PlAMV罹病組織經日曬及淹水浸泡後對病毒感染力之影響**

| | 奎藜單斑數[1] | | | |
|---|---|---|---|---|
| 處理 | 0 day | 7days | 14 days | 21 days |
| 根莖葉(日曬) | 300 | 300 | 76.5 | 15.8 |
| 根莖葉(日曬+泡水) | 300 | 132 | ND[1] | 17.7 |
| 球根 (日曬) | 125 | 139 | 129 | 36 |
| 球根 (日曬+泡水) | 125 | 134 | 6 | 5.8 |

[1]ND, 未檢測。




**圖二、平地或山區之田間百合切花收穫後可行之PlAMV田間防疫處理措施。**

# 藍紫色蝴蝶蘭育種之探討

農試所生技組 曹進義 夏奇鈮 陳威臣　花卉中心 吳容儀

## 一、前言

蝴蝶蘭為台灣花卉出口最大宗之品項，具有極高的國際花卉市場競爭力，使台灣享有「蝴蝶蘭王國」美譽。雖然台灣在蝴蝶蘭種原上具有優勢，多年來藉由雜交育種與組織培養技術繁殖，培育出各種色系的蝴蝶蘭品種，但長久下來，仍有難以突破的瓶頸，意即缺乏特定花色的新穎性。藍紫色是開花植物中的夢幻顏色，也是相對稀有之色系，為花卉育種者極欲開發與突破之目標。在蝴蝶蘭中所謂的藍紫色是包括藍、紫、靛 (indigo)、紫中帶藍或藍中帶紫等色系，與一般大眾所認知的藍色有所出入。與大多數蝴蝶蘭品種相較之下，藍紫色品系蝴蝶蘭亦屬稀少與珍貴，根據Griesbach (2005) 的研究顯示，蝴蝶蘭藍紫色的表現主要是受到調控pH值的基因 (ph) 突變所影響，使液泡pH值增加，呈較鹼性，這些基因的突變並不會改變花色素的組成，但會使花瓣萃取物的酸鹼值提高，而導致藍紫色化的現象，再加上本研究針對花色素組成分之高效液相層析（High Performance Liquid Chromatography, HPLC）分析結果顯示並未檢測出Flavonoid 3',5'-Hydroxylase (F3',5'H) 藍色基因所表現之飛燕草素 (Delphinidin)，同時亦有其他影響藍紫色表現因子如花色素結構、共色作用與細胞形狀等 (吳，2000；王，2002；Honda and Saito, 2002)，因此推測其藍紫色並非是藉由顯性的藍紫色基因表現，故難以傳統育種的方式達到預期藍紫色之表現，再加上可取得與應用的種原稀少，以及花形、花色與花朵壽命等園藝性狀不佳，欲育成真正具有商品價值之藍紫色蝴蝶蘭有其困難度。因此，藍紫色蝴蝶蘭極具有發展空間與潛力，期望藉由藍紫色蝴蝶蘭育種之探討，開發藍紫色蝴蝶蘭新品種，增加蝴蝶蘭商品新穎性與提昇蝴蝶蘭產業之國際競爭力。

作　　者：曹進義聘用助理研究員
連絡電話：04-23317325

## 二、藍紫色蝴蝶蘭育種概況

依據英國皇家園藝協會 (Royal Horticultural Society, RHS) 蝴蝶蘭 (*Phalaenopsis*) 登錄品種資料中顯示，早於西元1963年即有藍紫色蝴蝶品種之育種紀錄，是以*Phal*. *violacea* var. *coerulea*及*Phal*. *pulcherrima* var. *coerulea*二者藍紫色變種親本進行雜交育種，登錄名為肯尼士舒伯特 (*Phal*. Kenneth Schubert)，開啟了藍紫色蝴蝶蘭之育種先端，為目前在藍紫色蝴蝶蘭育種上不可或缺的親本之一，迄今逾50年期間可查詢到以及

確定為藍紫色蝴蝶蘭約50個登錄雜交族群(grex)，大多是以*Phal. bellina*、*Phal. equestris*、*Phal. lowii*、*Phal. violacea*及*Phal. pulcherrima*等親本雜交與回交而來，且觀察現有藍紫色蝴蝶蘭譜系中，*Phal. pulcherrima*占有極高的比例，但*Phal. pulcherrima*之園藝性狀不佳且花期皆在夏季，無法花期調控周年開花，因此目前仍未有真正符合商業生產要求之藍紫色蝴蝶蘭品種於市場流通。

## 三、藍紫色蝴蝶蘭育種瓶頸

### (一) 種原的限制

藍紫色蝴蝶蘭在育種上可利用之種原非常稀少，觀察現有藍紫色蝴蝶蘭育種所使用之親本仍然無法跳脫出上述5個原種相互雜交與回交而來，對園藝性狀之改良效果非常有限，且無法低溫催梗，但若與商業化之蝴蝶品種進行雜交，則難以保持藍紫色之呈現，又部分原生種如*Phal. lowii*、*Phal. javanica*的馴化與栽培較困難且不易取得。

### (二) 種間與屬間雜交困難

在育種上，為了突破種原的限制，會選取近緣種，甚至不同屬的種原當作親本進行雜交，但是不同種、屬間進行「種間雜交」或「屬間雜交」在某些配對條件下有其困難度。蝴蝶蘭具有高度的種原遺傳歧異度，且在雜交授粉過程中顯示出藍紫色蝴蝶蘭種間或屬間雜交難度較一般蝴蝶蘭雜交育種為高，有明顯的雜交不親和性的現象，容易有果莢無法正常發育，提早黃化萎凋與落莢，不產生種子或種子數極少等現象，以及小苗無法正常分化、發育或死亡等問題 (圖一A、一B)，無法獲得足夠子代以供選拔。

### (三) 藍紫色難以表現之原因

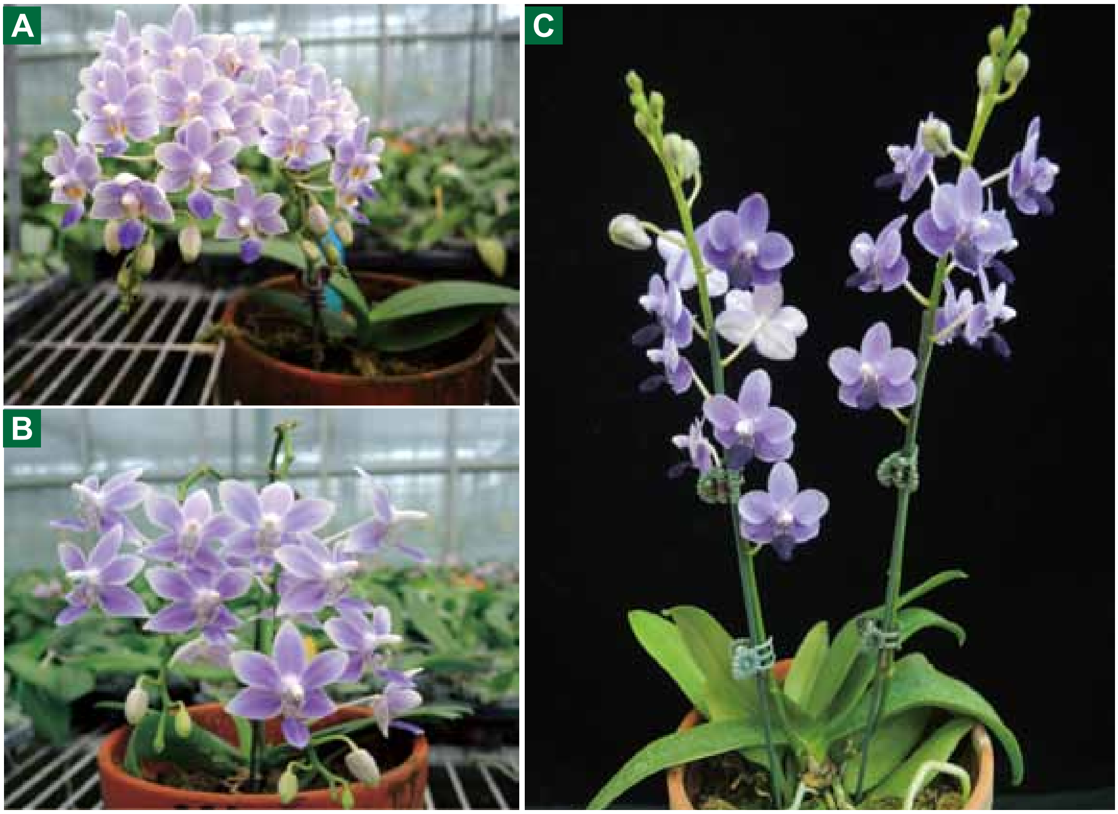
文獻資料指出，影響藍紫色花色表現之因子主要有花色素結構、液泡酸鹼值、共色作用與細胞形狀等 (吳，2000；王，2002；Honda and Saito, 2002)。本研究之結果顯示，藉由HPLC分析不同來源與系統之淡藍紫色之原生種蝴蝶蘭*Phal.*

**圖一、藍紫色蝴蝶蘭之雜交與分化發育障礙 (A) 果莢無法正常發育，提早黃化與落莢 (B)小苗分化與發育不正常。**

*violacea*‘Taiwan’與深藍紫色之*Phal. violacea*‘USA Indigo’兩者藍紫色之主要花色素成分皆為矢車菊素 (cyanidin)，而根據To & Wang (2006) 研究顯示，紅色素之生合成分主要為矢車菊素 。Griesbach (2005) 研究顯示，蝴蝶蘭的藍紫色是由於調控液泡酸鹼值之*ph*基因突變，使得花瓣細胞之酸鹼值由正常顯性基因表現之紅色 (pH 5.0) ，突變為隱性呈較鹼性 (pH 5.8) 之藍紫色，而非藍色基因Flavonoid 3',5'-hydroxylase (F3',5'H)之表現，並認為pH並不是影響藍紫色表現的唯一因子，其他如金屬離子、共色素因子等亦共同影響花色，但pH的改變卻是蝴蝶蘭藍紫色表現的最主要因素。因此藍紫色花色的呈現成為蝴蝶蘭花色育種中較為為困難者，這也是為什麼藍紫色花色育種難以一般傳統雜交手段達成之原因。

## 四、克服藍紫色蝴蝶蘭育成之方法

上述藍紫色蝴蝶蘭育成之瓶頸必須藉由雜交親本的篩選、組織培養技術之胚拯救、藍紫色蝴蝶蘭多倍體化、以及基因工程等方式來輔助藍紫色蝴蝶蘭育種工作的進行，用以擴大種原的利用性、改善雜交親和性與提高雜交後裔存活率，並提高雜交後裔藍紫色花朵表現的比率，以期加快育種腳步。此外，在




**圖二、小花多花並具有香氣 (A、B) 、具雙梗性之深藍紫色 (C) 之優良蝴蝶蘭單株。**

基因轉殖方面，日本千葉大學三位正洋教授所領導的研究團隊以*Phal*. Wedding Promenade為材料，以鴨跖草之藍色基因進行轉殖，成功導入蝴蝶蘭且花朵表現出均一之深藍色，該蝴蝶蘭轉殖株於2013年的日本沖繩亞太蘭展公開展示，邁出生物技術輔助育種之一大步。在我們的研究中顯示，除了花色基因表現之外，花瓣組織之液泡酸鹼值是蝴蝶蘭藍紫色表現之重要因子，因此在育種試驗材料的選擇上極為重要，扮演著藍紫色花色素表現成功與否關鍵角色，藉由提高液泡鹼性的表現，期以增加雜交後代花朵藍紫色成功表現機會。

## 五、本所藍紫色蝴蝶蘭新品系之育成

蝴蝶蘭藍紫色的表現受到花色素合成與ph基因調控、花色素結構、液泡酸鹼值、共色作用等複雜因子所影響，利用現有之藍紫色蝴蝶蘭親本進行雜交育種對於園藝性狀與花期調控等特性難有更進一步的改進，需藉由導入現有商業化生產蝴蝶蘭品種之優良性狀才能符合產業之需求，由於蝴蝶蘭之藍紫色非由單一因子所控制，若以一般傳統的雜交手段其後代又難以呈現藍紫色，因此藉由檢測親本花瓣之組織之酸鹼值篩選白花蝴蝶蘭父本親本與藍紫色蝴蝶蘭作為母本進行雜交，再以篩選後之親本持續進行雜交，可成功獲得藍紫色後裔並提高藍紫色花朵表現的比率以及育種效率，從中選拔出具有香氣及具花梗分叉性之矮梗小花多花 (圖二A、二B) 、具雙梗性之深藍紫色 (圖二C) 以及花型圓整 (圖三) 之優良單株，雖然在花期調控與園藝性狀改良上仍有很大的改進空間，但在藍紫色花色的穩定呈現上已見其成效。

圖三、花形圓整之藍紫色蝴蝶蘭。

## 六、參考文獻


王強生。2002。利用基因工程技術圓一個古老的夢-創造新花色。科學發展351:4-11。

吳宜娟。2000。大豆種皮Flavonoid-3’,5’-hydroxylase(F3’,5’H)基因之選殖與基因表現分析。國立中興大學農業生物科技學研究所碩士論文。

Griesbach, R. J. 2005. A scientific approach to breeding blue orchid-exploring new frontiers in search of elusive flower colors. Orchids 74:376-379.

Honda, T. and N. Saito. 2002. Recent progress in the chemistry of polyacylated anthocyanins as flower color pigment. Heterocycles 56:633-692.

To, K. Y. and C. K. Wang. 2006. Molecular breeding of flower color. p.300-310. in: Foriculture, Ornamental and Plant Biotechnology Volume I. Global Science Books. UK.

# 夏威夷研習 粉介殼蟲之寄生蜂大量繁殖技術及鑑定之見聞

農試所應動組 陳淑佩 陳健忠

## 一、前言

近年來在生態永續經營及食品安全的需求下，設施害蟲的整合性防治除合理用藥外，非農藥的防治(包括防治資材及生物性天敵等)如何適時的運用以達整合性防治效果是農友追求的目標。運用生物性天敵防治害蟲之生物防治施用時，除了先行了解當地的物種以外，對於如何運用得宜(如大量飼育流程建置與施用的原則等)，乃是生物防治是否可成功施行於田間的關鍵。夏威夷被譽為世界生物防治重鎮，除了特殊的海島地理環境適合生物防治的進行外，當地自1890年起即持續編列公務預算以長年執行農業害蟲生物防治工作。粉介殼蟲是設施具潛力之害蟲種類，而國外已有多種運用寄生蜂防治成功之實例。故筆者赴夏威夷農業部(Hawaii Department of Agirculture HDOA) 夏威夷大學(University of Hawaii at Manoa ) 及美國農部夏威夷試驗所(USDA-ARS U.S. Pacific Basin Agricultural Research Center)等研究試驗單位，研習對具潛力之寄生性天敵(主要為膜翅目)的蒐集、鑑定、引入與檢疫流程、繁殖和培育研究和測試生物防治的適合性與美方研究人員交流。此外，亦透過當地典藏的寄生蜂標本(主要以跳小蜂科及其他小蜂總科為主)形態數位化。上述資料之建立將有助於建立重要粉介殼蟲生物防治應用時防治效能。

作　　者：陳淑佩副研究員
連絡電話：04-23317624

## 二、研習的內容

1. 研習生物防治實際運用要領及檢疫設施、檢疫隔離流程； 生物防治跳小蜂科寄生蜂存證標本數位化：

   於抵達檀香山國際機場後，隨即由夏威夷大學榮譽教授Dr. Mau驅車前往夏威夷農業部Hawaii Department of Agriculture (HDOA)(圖一、二)，拜會Dr. Renato Bautistahi等人。生物防治是該單位重要任務之一，該部門執行不同生物防治計畫層面，包括新引進有害生物的偵測，目標有害生物天敵原產地的探測，有潛力天敵的收集和運輸，天敵的鑑定，有潛力天敵的繁殖和培育，研究和測試生物防治的適合性，最後目標是天敵的大量繁殖和釋放田間防治害蟲。Dr. Renato Bautista除介紹農部檢疫之設置(包括環境出入口利用負壓以避免蟲體逃逸等)及流程

外，亦簡介主要進行生物防治工作及成效。對10多年前曾受木瓜秀粉介殼蟲為害嚴重的夏威夷地區，經生物防治工作進行1年半以後，其害蟲族群即在為害臨界值之下的生物防治成功案例。Dr. Renato Bautista認為是引進夏威夷木瓜秀粉介殼蟲專一性的寄生蜂及評估引進之天敵無造成當地生態負面影響後，即刻進行釋放工作。再加上防治及當地的栽培環境及氣候(如木瓜皆露天栽培，當地時常短暫暴雨)等因子，使此害蟲在引入專一性寄生蜂後，即得到控制。

夏威夷農部對於執行生物防治之寄生蜂皆存放以作為存證標本。除了可以當依據以外，亦可提供當地學者在田間採樣時，比對種類之用。此次參訪工作的另一項重要工作則是對跳小蜂科寄生蜂(包括夏威夷當地物種或是引入物種應用於生物防治)進行檢視及利用顯微鏡加上數位攝影器材及軟體(形態疊圖軟體可將不同景深6-8的影像，疊圖成細部形態清晰之影像檔案)進行數位化工作。由於台灣地區日後可能會面臨引進寄生蜂天敵，故藉由數位化工作，以供日後參考。

2. 研習寄生蜂大量飼養流程與討論及參訪露天木瓜栽培區害蟲防治現況：

搭夏威夷航空至夏威夷島(又稱大島,Big Island)，主要研習地方為美國農部夏威夷農業試驗研究中心(USDA-ARS U.S. Pacific Basin Agricultural Research Center)。由Dr. Roger Vargas之研究團隊中，目前專門負責飼育工作的人員陪同介紹參訪寄生蜂飼育的流程及大量飼育時所需的設備(圖三)。此外，與Dr. Roger Vargas討論寄生蜂所在的害蟲之寄主植物之選擇等問題，提供一些具體的建議及相關文獻及一式寄生蜂飼育流程之操作影像。由於大島是夏威夷主要生長木瓜的地區，在Dr. Roger Vargas陪同下，亦實地參觀露天之基改木瓜園。在現場發現生長期2-3年的木瓜並未有介殼蟲為害嚴重之癥狀，顯示10多年前夏威夷引入專一性寄生蜂及當地特殊的氣候(如不定期會有地型雨)對木瓜秀粉介殼蟲的族群亦有抑制的作用而達到防治的效果。

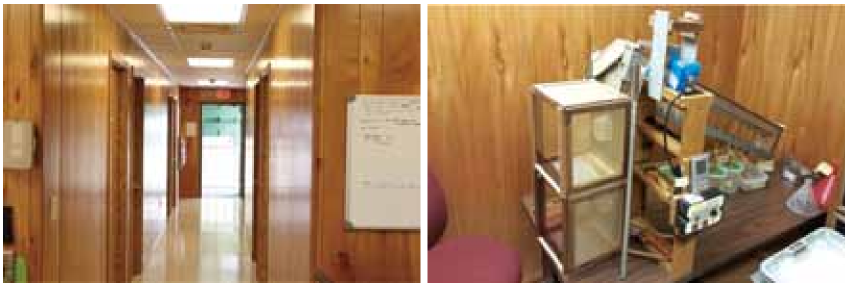
圖一、夏威夷農業部Hawaii Department of Agriculture (HDOA)。

圖二、夏威夷農業部檢疫室與工作同仁。

3. **夏威夷大學昆蟲標本館館藏跳小蜂及其他小蜂總科數位化工作：**夏威夷大學昆蟲標本館利用中央空調維持標本館的運作。目前的負責管理的是Dr. Luc leblanc,他本人亦進行果實蠅之影像資料庫工作(圖四)。在夏威夷大學昆蟲標本館拍攝標的以跳小蜂科標本為主。非常感謝Dr. Luc leblanc能讓我工作至晚上6點，甚至連假日亦得以繼續工作。除跳小蜂科以外，該館的旋小蜂(Eupelmidae)17種及釉小蜂科(Eulophidae)39種亦在此次行程時，順便進行數位化工作。

4. **參訪歐湖島木瓜栽培區實際防治現況：**參訪歐胡島木瓜栽培區與業者及Dr. Mau討論露天木瓜栽培區害蟲防治情形及了解寄生蜂在栽培區現況，發現寄生蜂可建立族群，在綜合防治下可維持害蟲在危害密度下，採收後的木瓜再利用水洗流程，以確保木瓜品質(圖五、六)。

5. **美國比夏博物館館藏跳小蜂科標本數位化工作：** 比夏博物館(Bernice P. Bishop Museum)，位於檀香山Bernice街1525號。比夏博物館的昆蟲標本蒐藏，在世界排名第8，有約1400萬件標本，包含16500件模式標本。自J.L. Gressitt博士(1914-1982) 1953年開始任職於比夏博物館後，由於持續推動多項太平洋地區的昆蟲相調查計畫，迅速擴展其採集而得的昆蟲標本，使比夏博物館一躍成為太平洋地區重要的蒐藏之一。比夏博物館蒐藏了許多大洋洲與太平洋兩岸的標本，尤其是來自菲律賓、新幾內亞、跟東南亞地



**圖三、美國農部夏威夷農業試驗研究中心寄生蜂飼育室; 寄生蜂分裝機器及飼育箱。**

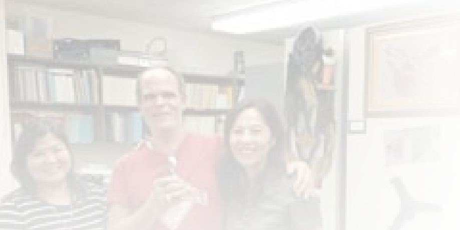
**圖四、夏威夷大學昆蟲標本館及工作同仁。**

區。這幾年新聘的蒐藏經理Mr. James Boone帶我們前往昆蟲學部門。昆蟲學部門位於Pauahi Hall，一樓是蒐藏庫，二樓是辦公/研究室，沒有獨立的展覽室，也不開放給大眾參觀。蒐藏庫入口處也掛著一幅有趣的照片，是蒐藏庫整修前後的對照。原本的蒐藏櫃是必須拆卸鐵門才能抽取標本箱的鐵櫃，現在則改成軌道式的鐵櫃，而原本的舊鐵櫃則留置部分用來存放模式標本或整理中標本。蒐藏庫共分為四區，分別是模式標本室、玻片標本室、浸液標本室與一般蒐藏室。大致了解蒐藏庫之後，準備開始跳小蜂科標本的拍攝工作。蒐藏標本是依照昆蟲各目與各科放置，而科名則按照英文字母順序安排。因為標本室溫度很低，需以禦寒的衣服應急。不過也因為低溫使蒐藏標本不受蟲害或發霉等問題。拍攝標的包括有標本蟲體之細部形態與標籤整體。在此館的工作除拍攝外，亦檢視其標本的保存現況並將有問題的部分(如檢視過程中發現標本缺失或是形態不整的情形)亦馬上回報該館的管理人員。

6. 其他拜會活動：行程中拜會現任夏威夷州政府顧問之賴博永博士。由於賴博士曾任夏威夷農業部之主管，對於生物防治之實際應用有許多珍貴的

圖五、參訪歐湖島木瓜栽培區之寄生蜂可建立族群，在綜合防治下可維持害蟲在危害密度。

圖六、參訪歐湖島木瓜栽培區業者; 木瓜等農產品銷售前的水洗流程確保品質。



建議。同時賴博士亦陪同拜會Dr. J. Kenneth Grace，Dr. Lai說明了近年來台美雙方研究人員學術合作交流活動，使之了解雙方研究及推廣進展。此外，在大島利用假日拜訪當地蘭花業者並對其栽培期有何病蟲害問題進行了解，並提供業者防治建議。

## 三、研習心得與建議

夏威夷被譽為世界生物防治重鎮，除了特殊的海島地理環境適合生物防治的進行外，當地自1890年起即持續編列公務預算以長年執行農業害蟲生物防治工作。本次參訪單位均有良好的標本收集，先鑑定種類，再從事後續防治工作。夏威夷對寄生蜂之量產之技術與推廣政策，可供台灣作為發展生物防治之借鏡。台灣目前對於有些害蟲生物天敵研究防治技術已有基礎，但在天敵實際應用方面仍待技術突破。藉由實地觀摩，可以進一步瞭解該類天敵生物防治技術，及其天敵量產飼養繁殖技術，如何開發量產設備及如何建立量產流程。近年來設施栽培及食安的需求，生物防治是台灣未來溫網室害蟲防治重點之一，夏威夷自1890年起即持續編列公務預算執行該項工作，而台灣則以計畫方式委由相關單位執行生物防治工作。無預算長久性的支持工作仍易斷層，所培養的人才容易流失。宜請政府儘量編列長久性預算支持並指派有關人員組成團隊參加相關研究工作，以激勵並提高研究風氣，達到理論與實用並存。或與外國機構(如生物防治重鎮的夏威夷研究機構)建立長期合作機制或邀請該領域專家來台講習，使更多產官學相關人員建立更完善的生物防治規範及運用策略並商討有關工作及設施，藉以瞭解有關全球性研究工作的最新動向，以利加速此生物防治在台灣之推廣與應用。

為了引進天敵進行評估，檢疫室是用以進行進行檢疫、觀察、篩選、各項生物學特性觀察等工作的場所。目前具檢疫室只有農業試驗所與屏東科技大學，而在台灣國家級的檢疫室及其操作準則(Standard operation procedures (S.O.P.))尚未設立。此部分建請政府建置一套標準化、科學化的運作流程，以利引進天敵之評估工作。

至國外拍攝微小昆蟲標本(如跳小蜂寄生蜂，體型多為2.0-6.0 mm)，壓力相當大，尤其是常有機會接觸到年代久遠的標本，若有任何閃失，毀損任何一件標本，則對方對台灣機構的信任將大打折扣。因此參訪前做足功課並評估所需工作時間，參訪時細心認真，參訪後回饋(如提供檢視資訊)，即是非常好的國際交流。這次也成功的將我們建立微小型昆蟲數位化的經驗告訴夏威夷農部、夏威夷大學昆蟲標本館及比夏博物館管理人員，讓到訪的每個博物館皆留下好印象。藉由此次的參訪，發現夏威夷也面臨與台灣相同的分類人員短缺及退休等問題，日後建立存證標本數位化及資訊化是未來的趨勢，而此項是農業試驗所的強項之一，值得開發運用，與國際同步接軌。

# 計算流體力學於農業溫室的應用

農試所農工組 姚銘輝 陳智霖 邱郁凱 洪福良

## 一、前言

全球氣候變遷造成氣候系統的混亂，在暖化的長期趨勢預測下，105年的”霸王寒流”讓我們驚覺，極端天氣的發生將是未來農業生產極大的威脅。由於極端天氣強度及發生頻度難以預測，唯有強化農作物栽培時對環境的調適能力，才能確保穩定生產。我國農作物的生產方式從早期露天栽培，逐漸轉型為建立溫室栽培(隧道式、網室、塑膠布或玻璃溫室)，除營造隔離環境以控制病蟲害生產安全蔬果外，對防範氣象災害以提供穩定生長環境也是設施農業盛行的主因之一。然而，精密性高的環控溫室多半在完全密閉的環境中，容易衍生一些氣象逆境，如夏季高溫高濕及冬季低光等，雖可透過外部設備加以改善，但如何在低成本及低耗能的前提下，規劃設計更具有競爭力之台灣溫室，是科研單位所需努力的目標。

作　　者：姚銘輝研究員
連絡電話：04-23317715

台灣溫室產業甚具發展潛力，除本身良好工藝水準外，周邊設施資材生產，環控設備(或系統)研發及農耕技術精湛，整個設施農業之產業鏈完整，不僅在國內市場推廣，更可放眼熱帶/亞熱帶市場。但此產業仍有瓶頸需要突破，其中溫室設計是需要強化的區塊，如何透過氣象資源與環境熱流模擬技術，以提供先期設計評估，來降低錯誤設計機率與減少環境逆境發生，將是溫室設計的要項。計算流體力學 (Computational Fluid Dynamics，CFD) 是一種數值分析的電腦模擬軟體，它從基本物理定理出發，協助實體設計及所需評估流程，很大程度上替代了耗資巨大的流體實驗設備，而溫室設施不同種類、型態及規格，運用CFD可對溫室設施做分析具有快速簡便、低成本等優點，並且不需要耗費大量資源建造實體設施即可達到一定效果，對溫室設計乃至溫室產業有必要投入資源進行此方面之研究，並將此技術推廣於設施產業。

## 二、CFD基本學理

計算流體力學的基礎是整合流體動力方程(包括質量、動量與能量守恆定

律)，對控制體積內之流體進行計算。計算流體力學包含三種定律的利用，(1)質量守恆：幾乎任何流體都必須滿足此定律，單位時間內流體元素質量的增加，等於流入該流體元素的淨值質量。(2)動量守恆：微元素流體動量對時間變化率等於外界作用於該元素上的各種力之和，亦為牛頓第二定律。(3)能量守恆：微元素流體中能量增加率等於進入微元素的淨熱流量加上體與面力對微元素所作的功，亦為熱力學第一定律。

CFD數值計算的形式與流體運動狀態有關，溫室自然通風下風速低，流動過程溫度改變不大，可以視為流體是不可壓縮的流體運動，在直角坐標下可表示為方程式(1)之質量守恆方程，其中，u，v，w分別是空氣流速V在x, y, z方向的速度分量。方程式(2)為動量方程，其中，f_x,f_y,f_z分別是單位質量力在x, y, z方向的分量，空氣密度：$\rho$ (kg m$^{-3}$)；壓力：P (Pa)；空氣動力黏度：$\mu$ (Pa s);方程式(3)為能量方程，單位質量流體之內能: e (J kg$^{-1}$)；空氣溫度：T (K)；空氣導熱係數：$\phi$_a (w m$^{-1}$K$^{-1}$)；單位質量流體在單位時間內的能量傳遞：q (Jkg$^{-1}$s$^{-1}$)；$\tau$ 為應力張量。

CFD最主要工作就是數值求解控制流體流動的微分方程式，得出流場在連續區域上的離散化分佈，從而近似模擬流體流動情況。透過這種數值模擬技術，我們可以得到在複雜問題的流場內各空間位置上的基本物理量(如速度、壓力、溫度、濃度等)的分布。

## 三、計算流體力學在溫室設計上的利用

計算流體力學為工程界常用的模擬評估技術，適用於工程建造前與現有設施改善之評估，其運用範圍極為廣泛，如目前全球的氣候預測模型也是由CFD所建立。1989年日本學者Okushima 開始將計算流體力學引進至溫室研究，隨著理論基礎及運算能力的增進，有許多利用計算流體力學評估溫室環境的研究報告，但如何將此技術運用於台灣溫設施產業？

連續性方程(Continuity equation)：

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}+\frac{\partial w}{\partial z}=0 \quad \text{.......(1)}$$

納維爾－斯托克斯方程式(Navier–Stokes momentum equation)：

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t}+\nabla\cdot(\rho u V)=-\frac{\partial P}{\partial x}+\mu\nabla^2 u+\rho f_x$$

$$\frac{\partial(\rho v)}{\partial t}+\nabla\cdot(\rho v V)=-\frac{\partial P}{\partial y}+\mu\nabla^2 v+\rho f_y \quad \text{.......(2)}$$

$$\frac{\partial(\rho w)}{\partial t}+\nabla\cdot(\rho w V)=-\frac{\partial P}{\partial z}+\mu\nabla^2 w+\rho f_z$$

能量方程(Energy equation) ：

$$\frac{\partial}{\partial t}\left[\rho\left(e+\frac{V^2}{2}\right)\right]+\nabla\cdot\left[\rho\left(e+\frac{V^2}{2}\right)V\right]=\rho\dot{q}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\varphi_a\frac{\partial T}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\varphi_a\frac{\partial T}{\partial y}\right)+$$
$$\frac{\partial}{\partial z}\left(\varphi_a\frac{\partial T}{\partial z}\right)-\frac{\partial(uP)}{\partial x}-\frac{\partial(vP)}{\partial y}-\frac{\partial(wP)}{\partial z}+\frac{\partial(u\tau_{xx})}{\partial x}+\frac{\partial(u\tau_{yx})}{\partial y}+\frac{\partial(u\tau_{zx})}{\partial z}+\frac{\partial(v\tau_{xy})}{\partial x}+$$
$$\frac{\partial(v\tau_{yy})}{\partial y}+\frac{\partial(v\tau_{zy})}{\partial z}+\frac{\partial(w\tau_{xz})}{\partial x}+\frac{\partial(w\tau_{yz})}{\partial y}+\frac{\partial(w\tau_{zz})}{\partial z}+\rho \quad \text{.......(3)}$$

1. 夏季高溫是台灣溫室栽培所面臨最大問題，在成本考量下，加大通氣面積以增加自然對流，包括溫室開頂及四周帷幕設計，即需導入CFD工程分析技術。溫度及風速流場分布是溫室環控的關鍵性因子，溫室環境內溫降效果與流場均勻分布對提高作物產量具有重要意義。因此，建立CFD技術來模擬溫室內熱流場，再藉由改變溫室通風口大小與位置、溫室大小、高度、跨距、體積比、太陽輻射等條件參數，分析溫室內微氣候環境變化，進行分析溫室現況及各項調控措施(如增大溫室通氣面積或增設擾流風扇)之效益。然這些需求應由CFD技術建立不同溫室的氣候環境模擬分析與資料庫，供溫室設計初期作為栽培環境評估工具，後期則可作為設計改善與通盤檢視的案例分析整合工具。
2. 多數精密溫室的降溫手段通常為水牆風扇或噴霧等，這樣的強制通風系統在設施內氣候環境變化是相當複雜的，尤其是蒸發降溫及能量轉換效能，利用CFD分析技術時，須建立這些設施的關鍵參數(水牆效率、風扇位置與大小、噴霧降溫系統)等環控因子，才能針對降溫設備進行評估。
3. 現有溫室樣式多、跨距也不同，各地氣候條件變化也大，再者通風方式也有自然對流及強制對流兩種方式，因此，目前需建構一套不同溫室型態的CFD分析資料庫與溫室設計評估手冊，在解決不同溫室設計問題時，縮短數值模擬過程所需時間，提高分析結果精確度。溫室栽培越來越為農民接受，但礙於溫室工程技術的諮詢管道相當缺乏，造成許多溫室不是有效率的利用甚至停擺，且通風設施的規劃不良也造成能源上的浪費。因此，可藉由CFD技術組成一個環境監控與溫室設計分析的團隊，以現場分析並提出即時改善方案來輔導設施農業生產者。
4. 目前無線網路(TCP / IP)和互聯網技術的進步，除了可以即時回傳佈點之感測器數據，也可結合CFD模擬技術呈現整體溫室內的環境參數，最終制定出最佳化栽培環境策略，並使用遠端控制作物生長環境。Pontikakos *et al*. (2005)使用三維CFD技術與web-based估算模型評估雙跨距溫室的自然通風效率，首先讓使用者定義邊界條件(外部的溫度、風速及風向)與結果輸出介面(溫室內部平均溫度的2D資料格式)，再透過網路連結適合的CFD模組進行計算與內插處理，最後輸出報表，這種評估模式，在用戶端需要的技術門檻低，容易上手，並且可即時快速預測溫室環境溫度和空氣流速。Stavrakakis *et al*. (2010) 的研究報告則加上人工類神經網絡與CFD模型結合，結論是可作為評估各種建築設計節能的工具。
5. CFD模擬與作物生長模式的結合是一種跨領域的合作，以作物生長需求為控制環境條件的依據，將使溫室控制更為精準。目前國際上有多個研究團隊正在開發即時性的整合平台。依據

現有大氣環境資料與溫室基礎尺寸，去推算溫室設施內的網格點氣象資料，再輸入作物模式以估算作物光合作用速率及蒸散作用速率，也可作為作物生長預測之用，另由估算數值回饋控制溫室氣象環境，以營造作物生長之最佳環境。

## 四、計算流體力學應用在溫室設施的研究案例

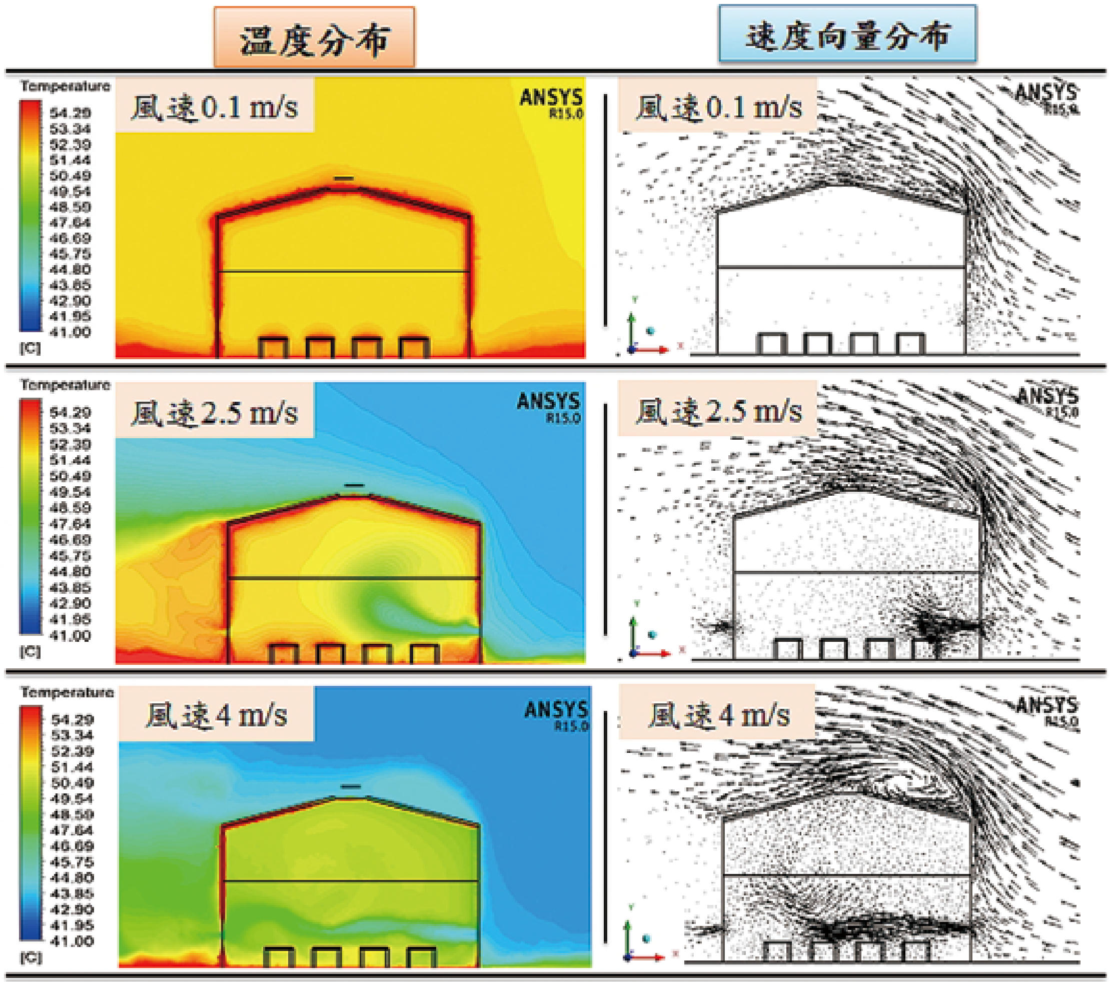
本所使用CFD進行溫室設施環境流場的研究，使用工具為Fluent軟體及其內建之太陽輻射模組，模擬溫室內熱流變化情形，並參考實測氣象資料去修正模式以符合現地實況，以下有三項研究成果：

1. 溫室設施外流場的風速影響溫室內部溫度及風場變化。本研究原是評估預計建於中東阿聯之魚菜共生溫室設計，其原始通風設計在兩側牆面與屋頂分別配置有百葉窗通風口及自然通風筒，參照了阿聯當地全年測站資料並假設幾種情況，全年平均風向以北風、西北風為主，平均風速在2.5~4 m/s之間，大氣平均溫度在30℃與43℃(7~8月)，我們配合氣象測站資料去推估溫室在自然通風下內外熱流場剖面的分佈情形。評估結果顯示，(圖一)為外界不同風速下0.1、2.5、4m $s^{-1}$之下，CFD模擬溫室內之熱流場及風速場分布剖面圖，其環境條件是在外氣43℃下，由風速流場可看出，當外界風速越強時，通風口造成溫室內擾動的影響範圍越大，且溫室內渦流停滯區域減少，將可使溫室內溫度降低；另外，靠近通風口附近的溫度，因引入外氣而呈現較低的溫度。
2. 農民常詢問溫室搭建在何種高度最適合？這是一個實務性的問題，本所建立一套模式以描述設施高度對內部溫度的影響，並且實際搭建高度分別為2.5m、3.5m及4.5m之三間溫室，溫室高度每隔1m架設一支E-type熱電偶溫度計，由實測值與CFD模擬之結果進行比較與分析。(圖二)上圖溫室高度3.5m時，利用CFD模擬外氣不同溫度時，實測值與CFD模擬值之相關性。下圖為利用CFD模擬不同溫室高度之溫度數值。基本上，模擬值與實際量測結果是相當一致，說明CFD的分析及解析能力是可用於溫室設計及環境監控。
3. 當設施業者受農民委託進行溫室設計及搭建時，利用CFD去評估溫室內部氣流場與輻射熱傳效應，藉此作為溫室的通風設計與栽培模式提供精確參考依據。如(圖三)所示為利用CFD分析溫室單棟與多連棟時溫室之熱流場案例。(圖四)則為研究中東地區氣候下溫室設計之案例，由建立溫室設施CFD分析模型資料庫，幾何尺寸繪圖、溫室內外部邊界條件設定、參數條件敏感度、及模擬結果後處理等流程，建模分析外銷溫室設計的案例，並以此建議原規劃之溫室設計需注意幾個要點：(1)溫室建造方位，使通風口盡可能面向迎風面。(2)溫室通風口面積需增加，以獲取更多通風量來降

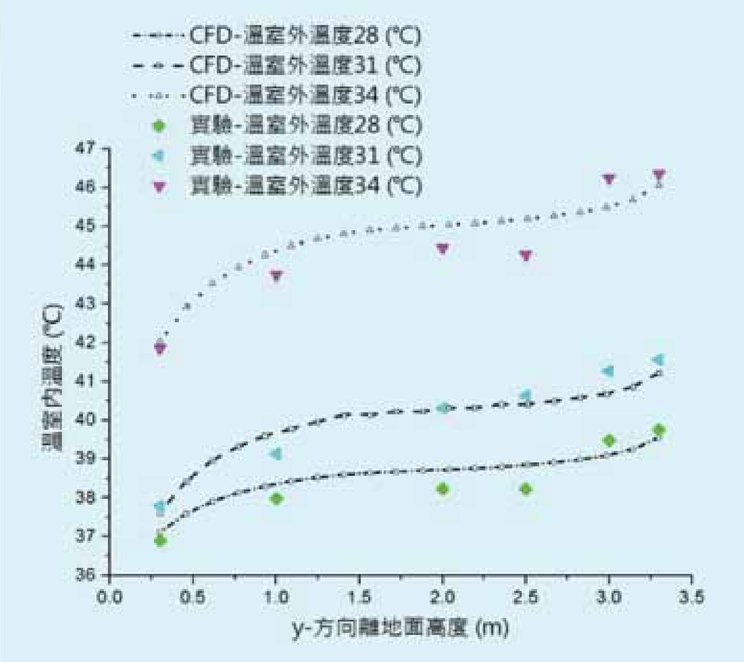
溫。(3)溫室開頂與側邊捲揚的環控策略，來達到最佳的氣流交換率，當溫室內部溫度逐漸升高時，第一優先為開啟側邊捲揚，若仍無法降溫時再開啟頂部。預期這些技術成果可減少溫室初期建造成本10%，並縮短溫室在設計開發或改善的時程50%。

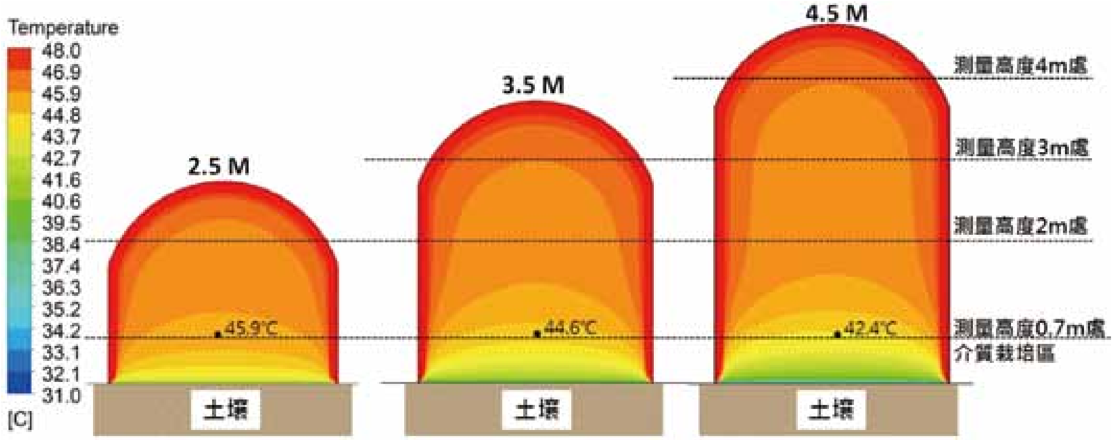
## 五、結語

在期待台灣發展為熱帶/亞熱帶國家溫室產業領先者的目標下，應加快溫室設計及評估之能力建構，運用CFD技術對溫室設施做分析具有快速簡便、低成本等優點，不需要耗費大量資源建造實體設施即可達到一定效果。因此，本文介紹了CFD在溫室設計上的應用觀點與未來展望，並簡要說明幾項研究案例的成果，闡述國內外相關研究論文的發展趨勢，期望未來持續建構各種溫室案例的CFD分析資料庫與溫室設計評估手冊，及組成一個環境監控與溫室設計分析團隊，以現場分析並提出即時的改善

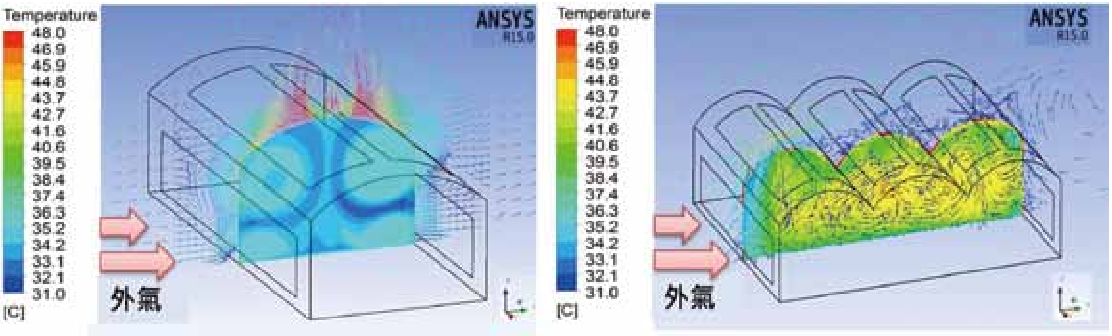



**圖一、模擬環境為大氣溫度是43℃時，不同風速0.1、2.5、4 $ms^{-1}$下，利用CFD分析溫室內之溫度與風速向量分布剖面圖。**




圖二、上圖為溫室高度3.5m時， CFD模擬外氣不同溫度(28、31、43℃)時，實測值與CFD模擬值之相關性。下圖為利用CFD模擬不同溫室高度(2.5、3.5、4.5公尺)之溫度垂直剖面數值。




圖三、利用CFD分析單棟及多連棟溫室之熱流場剖面。

方案來輔導農業生產者，以期使設施農業升級與產業加值，提升國際競爭力。

## 六、參考文獻

Fatnassi H., Boulard T. and Bouirden L. 2013. Development, validation and use of a dynamic model for simulate the climate conditions in a large scale greenhouse

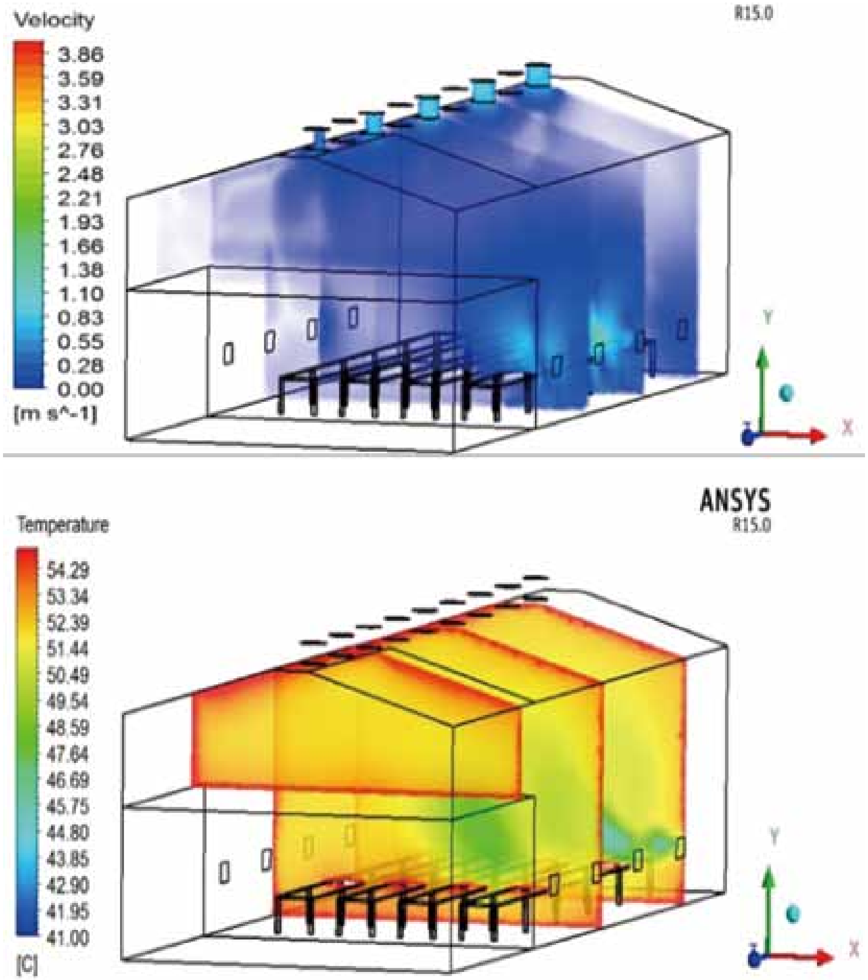
equipped with insect-proof nets. Computers and Electronics in Agriculture 98:54–61.

Kurowski, K., Kulczewski M. and Dobski M., 2011. Parallel and GPU based strategies for selected CFD and climate modelling models. Information Technologies in Environmental Engineering (ITEE) 2011: 735-747

Okushima L., Sase S. and Nara M. 1989. A support system for natural ventilation design of greenhouse：Based on computational aerodynamics. Acta Horticulturae, 284, pp. 129-136.

Pontikakos C., Ferentinos K.P. and Tsiligiridis T.A. 2005. Web-based estimation model of natural ventilation efficiency in greenhouses using 3D Computational Fluid Dynamics. In Proc. of the International Congress on Information Technologies in Agriculture, Food and Environment. pp. 12-14.

Stavrakakis G.M., Koukou M. K., Vrachopoulos M. and Markatos N.C. 2008. Natural cross ventilation in buildings: Building-scale experiments, numerical simulation and thermal comfort evaluation. Energy and Buildings. 40:1666-1681.




圖四、中東地區氣候下溫室設計之研究案例，三維CFD分析溫室內之風速場與溫度場分布圖。

# 設施農業關鍵人才之職能基準分析

農試所農經組 楊世華 陳源俊 葉有順　農試所退休人員 張采蘋　農試所植病組 石信德

## 一、前言

設施農業是指利用人工建造的設施，為農作物等提供適當的生長環境條件，以降低氣候對農作物的威脅或獲得高產優質的農產品。為因應氣候變遷與極端氣候等外部環境因素，設施農業日益受到重視。預期未來農業對於設施農業相關專業人才的需求將增加，是以，如何提升產業的人才素質，將是設施產業發展的重要議題。本研究旨在評估與建置設施農業關鍵人才之職能基準，提供作為設施農業人力培育之參考。

## 二、設施農業產業職能藍圖

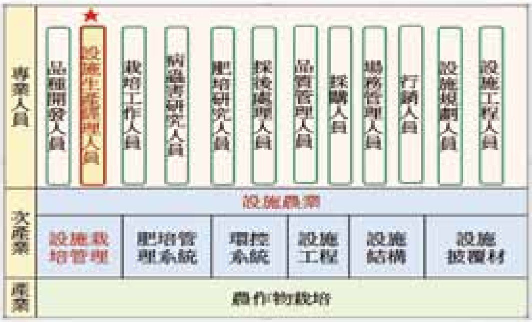
透過設施農業相關文獻資料的分析，並參考勞動部職業分類資訊查詢系統、主計處行職業分類等資料，再透過二次專家工作會議，問卷訪談及彙整專家意見，增修後之設施農業職能藍圖，如（圖一）。設施農業產業重要人才類別，分析出12種人才職類。並依評估結果，選定設施生產經理人員，進行職能基準之建置。

作　　者：楊世華副研究員
連絡電話：04-23317655

## 三、設施生產經理人員職能基準建置

農業生產採用設施栽培方式，有助於降低氣候對農作物的威脅或獲得高產優質的農產品。設施農業是否能有效營運，具生產管理與資源管理整合人才至為關鍵。是以，本研究選定設施生產經理人員為關鍵人才，進行職能基準之建置與評估。

先產出設施生產經理人員職能基準底稿，透過專家會議之召開，共同審視確認職能基準分析內容。本次專家會議共邀請13位專家，以業界為主共6位(包括菇類2位、蔬菜2位、花卉2位)；學界2位；研界5位。經專家會議討論後，分析出設施生產經理人員職能基準，包含4個主要職責、12項工作任務與18項行為指標，如表一。




圖一、設施農業產業職能藍圖。

## 四、菇類設施生產經理人員學習地圖

本研究以菇類設施生產經理人員為對象，共蒐集到7位菇類業界人士資料，進行職能基準的18項「行為指標」難易度排序，如表二，學習難易程度分為5個等級(1-5)，數字越大表示該能力越難學會。本研究將難易度分成難、中、易三種等級，其中，難的等級方面，規劃生產有2項，綜理生產業務有4項，業界認為難度最高的是「B2.能夠辨識作物生長情況，並進行問題解決」。

再依難易排序，參考其職能基準之工作職責與任務加以歸納，分為三個職能群組，包括「設施農業生產規劃」、「設施農業生產管理」、「設施農業設備管理」。並依行為指標與職能群組，列出其相關職能內涵，展開學習地圖如表三。

**表一、設施生產經理人員職能基準表**

| 工作描述 | 生產規劃與執行、掌控作物生長狀況、監控設施環境、病蟲害防治、肥培管理、機械設備管理、採收貯運、安全控制管理、現場人員管理等作業進度。 | |
|---|---|---|
| 主要職責 | 工作任務 | 行為指標 |
| 1. 規劃生產 | 1-1. 擬定排程 | A1. 能夠依據相關文件及現有資源，提出生產排程表 |
| | 1-2. 調度資源 | A2. 能夠依據目標作物之栽培特性，檢視、調整資源配置 |
| | 1-3. 建立標準作業流程 | A3. 能夠建立及調整生產作業流程 |
| 2. 綜理生產業務 | 2-1. 執行生產計畫 | B1. 能夠掌控生產計畫，安排執行生產作業，並查核相關工作記錄，完成生產目標 |
| | 2-2. 掌控作物生長狀況 | B2. 能夠辨識作物生長情況，並進行問題解決 |
| | 2-3. 監控設施環境(包括溫度、溼度、土壤水分、光照、病蟲害防治、肥培管理等） | B3. 能夠掌控設施內的環境變化，如溫度、濕度、土壤水分與光照，依照作物生長，進行分析與調整 |
| | | B4. 能夠針對員工提出之作物病蟲害發生之情形，進行問題解決 |
| | | B5. 能夠瞭解所要種植作物之需求營養與特性，並考慮種植地點的土壤或栽培介質、氣候、地勢、及水源等 況，進行肥培管理 |
| | 2-4. 管理採收作業流程 | B6. 能夠依生產計畫的生產排程，或辨視作物已可採收，安排進行採收作業 |
| | | B7. 能夠檢視及查核相關的產出報告表單，並且達到品質管理要求 |
| | | B8. 能夠安排採後現場整理及消毒處理 |
| 3. 綜理設施/設備之維護業務 | 3-1. 安排設施/設備維護和更新 | C1. 能夠安排設施/設備之維護和更新，以確保整場之正常運作 |
| | 3-2. 監控機械設備運作與保養管理 | C2. 能夠監控各項機械設施/設備之正常運作 |
| | | C3. 能夠監控設施/設備保養工作，且能確保如期保養 |
| | 3-3. 安全控制管理 | C4. 能夠依據環境安全規定，進行環境安全查核與監控 |
| 4. 協調溝通生產相關業務 | 4-1. 進行跨部門業務溝通協調 | D1. 能夠進行跨部門溝通協調業務，順利完成生產計畫 |
| | 4-2. 管理人力分派 | D2. 能夠依照生產計畫的時程規劃，安排各相關人員之工作，並管理監督其工作 |
| | | D3. 能夠安排異常狀況時人力調整，及場區(房)管控 |

## 五、結語

設施生產經理人員因具有生產管理與資源管理整合能力，對設施農業能否有效營運方面，扮演關鍵人才角色。是以，本研究以設施生產經理人員為對象，進行職能基準之建置，並展開學習地圖。職能基準方面，分析出4個主要職責、12項工作任務與18項行為指標。學習地圖方面，分為「設施農業生產規劃」、「設施農業生產管理」、「設施農業設備管理」等三個職能群組，可提供後續此類人才培育課程規劃之基礎。

設施農業產業中，涉及不同的作物種類或設施等級，可能會有不同的工作職能需求，未來研究可再針對特定作物或設施等級的設施生產經理人員，蒐集更多樣本資料，進行更深入分析探討，有助於該項設施農業關鍵人才的養成與能力提升。

### 表二、菇類設施生產經理人員職能基準之難易度排序

| 難易度 | 行為指標 | 平均值 |
|---|---|---|
| 難 | B2.能夠辨識作物生長情況，並進行問題解決 | 4.43 |
| | A3.能夠建立及調整生產作業流程 | 4.29 |
| | B1.能夠掌控生產計畫，安排執行生產作業，並查核相關工作記錄，完成生產目標 | 4.00 |
| | B3.能夠掌控設施內的環境變化，如溫度、濕度、土壤水分與光照，依照作物生長，進行分析與調整 | 3.71 |
| | B4.能夠針對員工提出之作物病蟲害發生之情形，進行問題解決 | 3.71 |
| | A2.能夠依據目標作物之栽培特性，檢視、調整資源配置 | 3.57 |
| 中 | C1.能夠安排設施/設備之維護和更新，以確保整場之正常運作 | 3.43 |
| | C2.能夠監控各項機械設施/設備之正常運作 | 3.43 |
| | A1.能夠依據相關文件及現有資源，提出生產排程表 | 3.29 |
| | B5.能夠瞭解所要種植作物之需求營養與特性，並考慮種植地點的土壤或栽培介質、氣候、地勢、及水源等狀況，進行肥培管理 | 3.29 |
| | B7.能夠檢視及查核相關的產出報告表單，並且達到品質管理要求 | 3.29 |
| | D1.能夠進行跨部門溝通協調業務，順利完成生產計畫 | 3.14 |
| 易 | D2.能夠依照生產計畫的時程規劃，安排各相關人員之工作，並管理監督其工作 | 3.14 |
| | C3.能夠監控設施/設備保養工作，且能確保如期保養 | 3.00 |
| | C4.能夠依據環境安全規定，進行環境安全查核與監控 | 3.00 |
| | B6.能夠依生產計畫的生產排程，或辨視作物已可採收，安排進行採收作業 | 2.86 |
| | B8.能夠安排採後現場整理及消毒處理 | 2.86 |
| | D3.能夠安排異常狀況時人力調整，及場區(房)管控 | 2.86 |

註：學習難易程度分為5個等級(1-5)，數字越大表示該能力越難學會

### 表三、菇類設施生產經理人員學習地圖

| 課程名稱／階層 | 設施農業生產規劃 | 設施農業生產管理 | 設施農業設備管理 |
|---|---|---|---|
| 進階課程 | • 設施生產營運規劃與設計<br>• 設施生產評估與決策<br>• 問題解決與危機管理 | 設施生產標準作業建立與執行<br>設施生產病蟲害防治 | 環控設施與自動化管理<br>設施設備整體規劃 |
| 基礎課程 | • 設施生產規劃<br>• 設施生產專案管理 | 設施作物栽培管理<br>設施作物採後處理與品質管理 | 設施設備與系統管理 |
| 共通職能課程 | • 設施設備介紹與使用<br>• 設施作物栽培技術<br>• 農場組織管理與領導<br>• 設施生產人力與管控 | | |

# 國際農研機關之標竿學習與啟示

農試所所長室 楊舜臣　台灣農業科技資源運籌管理學會 李宜映

## 一、前言

台灣農業研發正面臨轉型之際，農業科技研究人員如何順應國際社經環境變動與知識經濟衝擊，整備農研創新能量與產業需求導向的加值服務，為目前農業試驗單位所重視的課題。本研究嘗試應用標竿學習研究(Bench Marking)方法探討國際知名農研機關之研究特色，此研究方法以往多運用在企業策略與行銷管理規劃中，近年來經常作為輔助政府決策的工具。標竿學習研究為透過尋求最佳典範並將其列為學習對象，汲取對方精華使組織能夠有效提升績效、增加組織開放性與維持優勢競爭力，以滿足顧客需求。對研究人員而言，標竿學習除可提供領導者明確方向、協助成員解決問題增加、同仁交流與溝通，亦有助於改變研究人員思維。

本研究一共擇定三個標竿國家，第一為美國農業研究局(Agricultural Research Service, ARS)，該國農業研究執世界之牛耳地位，因此透過了解科技發展趨勢與管理制度對於台灣有舉足輕重的重要性。第二標竿國家為南韓的南韓農村振興廳 (Rural Development Administration, RDA)，該國近年積極與各國簽定自由貿易協定，農業受到的衝擊首當其中，藉此本研究透過觀察南韓RDA的研發策略，並研擬可能的因應之道。第三標竿為日本國立研究開發法人農業食品產業技術總合研究機構(National Agriculture and Food Research Organization, NARO)，日本因與我國農業環境類似，皆屬小農體系，且農業研究機構的運作制度與文化與我國相似度較高，因此，特別蒐集其研發策略與管理制度等層面做為我國借鏡。前述三個國際機構皆隸屬於該國農業部之核心農業研究重鎮，其組織的運作模式與研究任務方向，值得我國農研機構參考與學習。

作　　者：楊舜臣專門委員
連絡電話：04-23317214

## 二、國際農研機構研究趨勢分析

### (一)美國ARS以績效目標進行研發管理

農業是美國基礎科學中的重要環節，農業研究局的使命為提高農產品的科技水準，致力發展尖端技術，使產品具有高產量與高品質特性，並確保食品與農畜產品皆符合美國農業部(United States Department of Agriculture, USDA)在安全、營養、健康之原則。農業研究局為

了完成組織之願景與使命，建立五大策略目標類別(表一)。

為了朝策略目標邁進，ARS研究管理周期包括：計畫研擬、確立優位順序、同行評審、計畫執行、計畫統籌、計畫評估等六大階段，不斷重複周期持續監控計畫的品質和績效，確保ARS的計畫和計畫管理有效力和效率(圖一)。ARS建立具三大特色的研發管理架構：

**1.計畫目標與組織目標扣合：**ARS在每項目標類別下具有明確的次目標，研究人員則依不同次目標，研擬以ARS使命為基礎之研究計畫，並將計畫之研究目標對照ARS策略計劃之目標，以確保具有一致的願景。

**2.以績效評估確保回應組織目標：**ARS隨時監控計畫的品質和績效，績效評估的方式，是要求與USDA策略目標要密切相關，並有明確可測量之成果，以利ARS朝著農業政策目標邁進。績效評估的管道有兩個：一為根據外部產官學研專家的意見反饋，確保ARS研究以行動計畫為基準；二是從計畫顧問獲取建議和遠見，提供ARS研究未來方向。

**3.績效目標強調基準值的建立：**ARS對於每項研究成果均有合適的績效評估標準，並設計基準值(baseline)，列出年度基

**表一、美國農業局策略目標之類別**

| ARS目標類別 | ARS策略目標 |
|---|---|
| 營養、糧食安全和品質 | 1.1人類營養 |
| | 1.2糧食安全 |
| | 1.3農產品的品質和應用 |
| 自然資源與永續農業體系 | 2.1水資源和集水區管理 |
| | 2.2氣候變遷、土壤和排放量研究 |
| | 2.3生物能源 |
| | 2.4農業與工業副產品 |
| | 2.5牧場、牧草地與飼料 |
| | 2.6農業競爭力以及永續力 |
| 作物生產和保護 | 3.1植物遺傳資源、基因體學、基因改良、作物生產 |
| | 3.2植物疾病、作物保護及檢疫、溴化甲烷替代品 |
| 動物生產和保護 | 4.1動物生產 |
| | 4.2害蟲和動物疾病防治，以免危害農業 |
| 平等就業機會 | 5.1研擬平等就業機會計畫 |

**圖一、美國ARS組織策略發展暨管理架構圖。資料來源:美國農業研究局官方網站。**

準線與2017年所欲達到的目標。以策略目標自然資源和永續農業體系為例，績效目標即有四個次目標A.研發工具和技術，來提高農業用水管理的效率。B. 促進科學對侵蝕、沉積、污染等搬運作用（transport process）的理解，以便研發工具和技術，把農業水質保護得更周到；C.在理解農業保育對自然環境的影響前提下，研擬策略來提升農業保育計畫的效率，包括創新或改良保育措施，以提升效率和降低成本； D.改善集水區管理，促進農業自然環境的生態服務。在前述的績效目標下，研究計畫需建立當年度的基準值和2017年的目標值，其必須有「可量化」的產出與目標對象，例如研發16個技術、資料庫、工具、模型或感測監控系統，並且發佈給ARS的服務對象如公私部門或土地管理者等。

因此，美國農業局自評農業研發成功的要素：(1)積極合作：只要是影響社會大眾的議題，就會積極和國內外各種政府層級合作；(2)研究課責：根據ARS機構的策略目標，來評估所有職員的績效；(3)服務對象為中心：推出滿足服務對象多元需求的科研計畫；(4)專業：建立並維持專業、多元且同理心的工作團隊；(5)結果導向：ARS定期評估績效，並且作出管理決策，把資源進行最有效率的配置。

## (二)南韓以國際技術轉移增加研發競爭力

RDA為南韓國家級農業研究機構，其主要職掌為農業科學技術研發、農業技術推廣、化肥、農藥和農業機械等農用資料的品質管理、農業專業人員的培養等。包括：

**1.國立農業科學院(National Academy of Agricultural Science, NAAS)**：執行農業科技研究，包括農業環境變遷、植物營養、土壤微生物、農產品安全、農村文化保存、農業機械、節能、生物科技及韓式食物全球化推廣等研究。

**2.國立作物科學研究所(National Institute of Crop Science, NICS)**：負責糧食作物育種，如水稻、大麥、大豆、玉米、馬鈴薯等，另進行替代能源及特殊用途的新材料相關研究。

**3.國立園藝與草本科學研究所(National Institute of Horticultural and Herbal Science, NIHHS)**：執行果樹、蔬菜、花卉品種育成，以及蔬菜、水果、人參、

**表二、南韓RDA研發策略**

| 研發策略主軸 | 研發內容 |
|---|---|
| 未來高科技 | 1.運用生物科技，研發生物物質<br>2.運用各種農業生物資源，研發具附加價值的產品<br>3.運用益蟲和綠色景觀，促進工業化與科技發展<br>4.發展自動化廠房以及動物畜牧體系<br>5.因應氣候變遷，發展未來農業技術 |
| 農糧科技 | 1.發展農產品安全管理技術<br>2.發展具附加價值及新功能的農產品<br>3.促進南韓食品全球化及傳統食品工業化 |
| 農場技術 | 1.發展主要作物的生產技術<br>2.發展自由貿易協定相關的農畜生產技術<br>3.發展飼料生產技術<br>4.研發國內品種，減少對國外的依賴<br>5.發展替代技術，取代農業化學物質<br>6.創造資源循環利用的有機農業，發展相關技術<br>7.發展對環境友善且節能的技術以及替代生物能源 |

資料來源：南韓農村振興廳(RDA)官方網站

藥草、菇類的產品安全和加工技術等研究。

4.國立動物科學研究所(National Institute of Animal Science, NIAS)：進行的研究涵蓋動物改良、產量與需求提升、畜產品加值、疾病預防、產品安全、藥品研發及利用動物養成器官等。

RDA為了創造高競爭力的農業，以及有效率的發展農村，並擬訂未來高科技、農糧科技與農場技術等三大主軸研發策略(表二)。研發的未來目標包括：(1) 創造高競爭力的農業；(2)有效率的發展農村；(3)幫助農民生產優質農產品；(4)研發降低成本、節省人力、對環境友善的栽培技術；(5)獎勵現代自動生產設備；(6)培養下一代農民。

南韓因曾經歷過綠色革命，因此希冀能創造一免於饑餓與貧窮的世界，也積極參與全球糧食安全計畫。在科技發展合作的重點，就是與國際研究機構、教育機構、其他國際糧食農業組織建立合作關係，營造一個有助於研發並傳播農業技術的環境。因此，除了進行農業科技研究，其也注重自然環境與資源的維護，並以發展永續農業為核心目標，強調農業環保節能、綠色生產等研發項目，其發展之農業綠色科技主要有四個項目：1.發展面對氣候變遷之預測技術：進行熱帶作物培育、溫室氣體減量、作物種植區域轉變；面對水資源短缺之因應相關研究。2.糧食作物生產技術：發展不同品種的糧食作物，增加土地利用率，並增加糧食自給率。3.動物飼育成本節約科技：飼料作物研發及收年生產技術，增加飼料作物利用率及農民收益。4.農藥替代品研發：天敵、微生物、自然資材等對環境友善的病蟲害管理策略。

RDA也是進行農業技術移轉計劃的重要機構，其作為政府代表，負責執行農業技術發展計畫，並且把相關資訊傳

**表三、可能移轉給開發中國家的技術領域**

| 種類 | 領 域 |
|---|---|
| 作物 | 稻米、玉米、小麥、馬鈴薯、家畜、園藝 |
| 技術 | 育種、栽培、農業機械、土壤管理、作物保護、水資源管理、營養、採收後管理、生物科技 |

資料來源：南韓農村振興廳(RDA)官方網站

**表四、國際農研機構的使命目標對應表**

| 機構名稱/使命目標 | 美國ARS | 南韓RDA | 日本NARO |
|---|---|---|---|
| 1 | 確保農產品品質優良、安全食用與營養需求 | 幫助農民生產優質農產品 | 穩定糧食供給 |
| 2 | 維持競爭力的農業經濟 | 研發降低成本、節省人力、對環境更友善的栽培技術 | 建立因應地區特性之環境保全型農業生產系統 |
| 3 | 強化自然環境和自然資源庫 | 獎勵現代自動生產設備 | 因應全球議題的研究開發 |
| 4 | 為農村居民、農村社群、農村社會提供經濟機會 | 替代能源及特殊用途的新材料相關研究 | 新需求創造 |
| 5 | 提供多元職場不可或缺的基礎建設，展開研究並研擬與提供各項方案，解決美國農業之首要問題 | 農業綠色科技研發(包含發展面對氣候變遷之預測技術、糧食作物生產技術、動物飼育成本降低科技) | 活用地區資源的研究開發 |

播給農民等利益關係人。從1960年代起，開始和國際社會展開農業技術合作，這些國際組織包括：國際研究機構、國際組織、開發中國家與已開發國家的研究機構以及政府組織，並關注研究計畫的技術合作、專家諮詢，並且在開發中國家培養技術研發能力。至1980年代，不再把重心擺在「開發中國家之間的技術合作」（Technical Cooperation between Developing Countries），不再單方向的從已開發國家學習新技術，而是將技術移轉到開發中國家，並且和開發中國家合作研發新技術(表三)。

綜整上述南韓國際農業計畫，其主要運作模式為：利用計畫目標(研發並移轉合適的技術)與合作夥伴(國內農業研究機構以及大學)合作。而其合作的項目有：(1)共同技術研發，發現可用的技術；(2)技術移轉（示範場、示範農場、示範村）；(3)透過在南韓培訓，建立研究者和推廣人員等人力資源；(4)示範農場的工作坊；(5)制度建立；(6)專家諮商；而合作國家將會提供南韓國際農業計畫辦公室、實驗室、實驗農場、設備、職員宿舍等實際資源，而南韓負擔中心的營運成本，雙方都要參與計劃所有過程，例如需求評估、企畫、執行、評估以及技術轉移過程。

### (三)日本強調議題導向之研發思維

日本農業因面臨農業所得大幅減少、農業人口高齡化、農業區域生產力下降等問題。此外，因東京電力福島第一核電廠事故，使得許多農村在此事故中遭受了嚴重災害，因此日本農研機構，在 2011-2015年期間，提出「針對核能事故於農業，林業和漁業研究」和「農林水產研究基本計畫」，並以前述新計畫為基礎，預期三個研究實施方向：1.農業與食品工業技術相關研究；2.與特定生物產業技術有關的基礎研究推廣，以及民間私人機構研究的支援；3.農業機械化推廣，如高性能農業機械的研發，以及相關的檢查與鑑定，希望藉由前述業務推動，解決目前日本糧食及農村面臨的問題。為了提升研究的效率，日本農研機構將其農業研究策略，分為四大方向進行發展：

**1.農業與食品產業技術相關研究：**(1)糧食穩定供給研究：用於家畜飼料、稻田輪作基礎研究、創造高收益園藝作物生產系統研究、家畜疾病與傳染病防治研究、提升糧食生產量，以穩定糧食供給系統的開發研究。(2) 針對全球議題進行研究：因應全球暖化問題的技術、生質能生產及利用系統的開發。(3) 新需求創造研究：農產品與食品的功能性研究與利用技術、提供高品質農產品與食品、先進的加工及配送技術的開發。(4) 地區資源活化研究：農業設施維持與管理、地區資源保護與管理技術的開發。

**2.因應核能事故之相關研究：**清除農地土壤汙染的農作物，以及放射性物質移除等相關技術的開發。

**3.創新技術研究：**可公開出售新技術的基礎研究、可創造新商業技術的應用研究，以及從私人民間企業所委託的實際應用階段試驗研究。

4.創新設備研究：提升生產力與減輕農事作業、農業生產資源的有效利用，以減輕環境負擔的農業機械裝置之開發。

## 三、結論與建議

綜整國際的農研機構的研發方向顯示，氣候變遷、糧食安全及資源(含生質能、再生能、農業資材等)管理與利用等相關議題，乃現行國際農業科研潮流(表四)。另外農產業的營運模式將改變，農業價值將更多元，以支撐整體農業。傳統農業著重於食物，未來二十年的農業並不單單以食物為中心，如：能源、肥料、飼料、觀光休閒農業、材料等議題，顯示未來的農民(業)與其收入來源將更多元化。

農業試驗改良場所為台灣農業重要的研發機構，串起農業科技研發之產業價值鏈，透過學理的驗證、工具技術開發、進行需求導向的技術掃描與轉譯，全面性提供農業產業所需之基礎資源與應用技術。因此，研發創新較貼近於日本NARO精神，強調以議題為導向的科技研發，因應國際趨勢潮流，綜整五大研發主軸供農業試驗改良場所未來研發之參考：

1. 作物生產：因應氣候變遷衝擊，提升耐抗逆境能力。2.跨領域創新科技：結合跨域跨界能量，有效運用現代科技。3.安全農業：同步優質高產節能，維護糧食健康安全。4.生物多樣性：維持生物多樣性，強化資源保育能力。5.環境永續：建構資源循環體系，確保農業永續發展。

農業跨領域整合是必然趨勢，除了生物科技外，未來農業需與資通訊科技關鍵技術結合，如「開創協同、便捷、人性化的智慧農業，推升高質化農業生產效率與量能，提高消費者對農產品安全之信賴感，樹立熱帶暨亞熱帶農業經營新典範」作為未來的農業科技策略目標。在此同時，將強化資訊平台、共享與資料活化應用，善用資料庫進行巨量資訊分析，擷取即時農業訊息並轉譯，進行國內資訊傳播，將有效瞭解趨勢，以改變當前的農業環境。

國際合作交流方面，農業試驗改良場所可參考南韓RDA精神，持續強化與全球接軌的運作模式。未來三年，將擬訂國際合作主軸作為達成目標：1.與國際組織合作建立農業情報網，如：透過國際合作即時掌握國際植物有害生物疫情資訊等。2.建構國際合作單位間研究資源與研發成果之分享機制，如：加速抗逆境材料引種與交換、導入國外新進檢測體系及評估技術、利用分子標誌技術共同改良台灣推廣水稻品種等。

在組織研發管理面，農業試驗改良場所可承襲美國ARS精神，強化政策分析、研發策略及執行方法擬訂面向，以因應未來政策定期性更迭。在政策持續滾動修改下，農業試驗改良場所更應以政策導向形成研發議題，使科研發展在扣合政策下採Top-Down模式，推動最有效率並減省資源，惟應根基於充分利用系統性關鍵議題發掘與前瞻規劃，並善用專利佈局情報分析與服務工具，以勵行創新性系統化研究，追求農業與環境永續。

# 未來氣候推估資料庫
# 建置及利用

農試所農工組 姚銘輝

氣候變遷將衝擊台灣糧食生產及供應，過去研究糧食安全脆弱度分析及調適策略，甚少利用未來氣候推估資料做為評估基準，也因缺少共同氣候情境而難以將各領域資料彙整成完整調適報告。科技部長期推動「台灣氣候變遷推估與資訊平台計畫」（簡稱TCCIP），結合科研單位及學者共同建置未來氣候推估資料庫，本所農業工程組以資料使用者角度參與該計畫，與國家災害防救科技中心(NCDR)共同合作建立依農作物生產所需之全年逐日未來氣候資料，項目包括最高溫、最低溫、降雨量及日射量，並利用過去歷史資料進行驗證，經多次修正後，已完成適用於農業之未來氣候推估資料庫。

政府間氣候變遷小組(Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC)在2013年發布第五次評估報告(fifth Assessment Report, AR5)，情境模擬是以射力為基準，用以估計各溫室氣體隨時間的代表性變動。採用「代表濃 途徑(Representative Concentration Pathways, RCPs)」定義四組未來氣候變遷的情境，分別為RCP 2.6、RCP 4.5、RCP6.0以及RCP 8.5等(表一)。第五版評估報告的空間解析 在80~300 km左右，台灣僅是數個網格點，無法區分細部氣候資訊，因此，TCCIP計畫團隊透過統計降尺度技術，產製2.5 x 2.5 km網格化資料。就時間尺度可分為基期(1986 - 2005年)、世紀初(2016 - 2035年)、世紀中(2046 - 2065年)及世紀末(2081 - 2100年)等四個期程，各包含100組之氣象資料。此資料庫可由https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/網站申請下載。

未來氣候推估資料庫在農業領域的運用範圍極為廣泛，可用於糧食作物生產潛勢分析，農田及耕作制度變遷，生物多樣性評估，糧食安全預警及各項因應氣候變遷之調適策略研擬。

**表一、IPCC，AR5未來氣候情境說明**

| | |
|---|---|
| RCP2.6 | 大氣輻射力先在本世紀中期達到最大值3Wm$^{-2}$，二氧化碳濃度大約490ppm，然後將緩慢下降到世紀末。 |
| RCP4.5 | 大氣輻射力會在世紀末到達一個穩定狀態的情境，大約為4.5Wm$^{-2}$，二氧化碳濃度約為650ppm。 |
| RCP6.0 | 大氣輻射力為6 Wm$^{-2}$，二氧化碳濃度約為850ppm，代表世界各國並未積極努力達到溫室氣體減量的目標。 |
| RCP8.5 | 大氣輻射力持續的增加到大於8.5 Wm$^{-2}$，即二氧化碳濃度會大於1370ppm，代表世界各國並無任何減量的動作。 |

作　　者：姚銘輝研究員
連絡電話：04-23317715

# 農試所協助種苗產業發展，提供健康型種苗生產技術

農試所作物組 蕭巧玲 楊純明

本所105年10月21日新聞稿

農業試驗所開發出一套整合光照、溫度及灌溉等元素在內的苗株培育技術，以生產出矮、壯、胖的高生長勢種苗。此套技術可以減少近30%的徒長高度，又能增加下胚軸寬度平均8%以上，將有效提高育苗場生產效率與苗株價值，同時也對種苗產業發展有莫大助益。

農試所表示，許多農作物的栽培係先經過育苗之後，再選用生長勢強、活力高的健康苗株定植，以贏在起跑點助益植株的早期生長。部分葫蘆科及十字花科蔬菜即採用此一方式，瓜類種苗需經過育苗階段再移至田間或設施定植，進行後續的生產流程。育苗在設施環境若遇到高溫或光照不足現象時，很容易造成瓜苗下胚軸過長及組織柔弱等徵狀，形成弱勢徒長苗，後續於田間或設施定植後常使苗株生長不佳。

為解決育苗階段的徒長及活力不足現象，農試所積極研究開發一套整合光照、溫度及灌溉等元素在內的苗株培育技術，經過本技術處理後的苗株光合作用皆高於未處理的對照組苗株，且由電子顯微鏡觀察處理苗株下胚軸橫切面細胞亦較未處理苗株完整而寬大，符合苗株外觀徵狀的差異表現。

農試所強調，經過研究證實，運用光照、溫度及灌溉等元素的整合技術，確實可解決高溫或日照不足環境所造成的瓜苗徒長與弱勢，除提升高溫季節及陰雨天氣的苗株供貨品質，同時也提高育苗場生產效率與苗株價值(圖一)。該項技術若延伸應用於需要經過育苗階段之其他蔬菜、果樹及花卉等專業種苗，亦獲具有同樣的功能與效益。

**圖一、農試所開發整合光照、溫度及灌溉等元素在內的苗株培育技術，可生產高活力、強生長勢健康型瓜苗。**

農試所的這項研發技術將轉移輔導給相關業者參考使用，深信未來對我國蔬菜、果樹及花卉等種苗業的發展與技術提升有莫大的裨益。

作　　者：蕭巧玲助理研究員
連絡電話：04-23317116

# 農試所：以耐儲運且櫥架壽命長的桃，新品種台農7號「紅鈴」台灣有希望成為全球獨有4月鮮食桃的供應地

本所105年11月17日新聞稿

農試所種原組 溫英杰

行政院農業委員會農業試驗所成功培育桃新品種台農7號「紅鈴」，於105年10月通過植物品種權申請，未來有希望成為全世界在4月可以供貨的桃子新品種，並傲立於國際桃子市場。

農試所表示，桃子是全球第6大果樹產業，但是在全球鮮果供應鏈上有4月的供貨缺口，因為此時北半球生產的桃子尚未成熟，而南半球生產的桃子已達冷藏供貨的極限，因此世界各地的貿易商都在尋找4月份可以供貨的桃子貨源。反觀台灣冬季氣候溫和，是世界上少數可以生產4月桃的地區，而且靠近人口密集的消費市場，未來有希望成為全球獨有4月鮮食桃的供應地。

農試所說明，4月份成熟的桃子可以避開5月份開始的果實蠅危害高峰期與5月中下旬的梅雨季，對於果農在操作蟲害防治上相對簡單與安全，同時生產出外觀漂亮、食用品質佳及櫥架壽命長的內外銷桃果商品，這些優點對果農與消費者皆是雙贏的利基。

農試所強調，「紅鈴」桃開花期早，約1月中旬開花，冬季休眠所需低溫時數少，台灣中部以北皆適合種植，種植期以冬季為佳。果形大而圓整，平均果重148公克，成熟時果皮全部為紅色(圖一、二)，在台灣中部低海拔地區果實可在4月底前採收完畢，果實品質佳且櫥架壽命較一般水蜜桃多3天。

**圖一、桃台農7號「紅鈴」樹型及結實情形。**

**圖二、桃台農7號「紅鈴」果型大而圓整，果皮為紅色。**

作　　者：溫英杰研究員
連絡電話：04-23317800

# 老鼠藥毒死的不只是老鼠

## 還可以怎麼做？

### 捕鼠籠使用小祕訣

- ✓ 根據老鼠洞或老鼠便便，把捕鼠籠放在老鼠活動路徑上。
- ✓ 地瓜切塊塗上花生醬，捕捉老鼠超簡單。
- ✓ 定時更換誘餌、放置地點，誘捕無死角。

### 滅鼠藥的正確用法

- ✓ 在作物栽植前和初期放置，可發揮關鍵時期的滅鼠效果。
- ✓ 減量使用，功德無量。
- ✓ 隱藏擺放，可利用塑膠管、空罐或竹筒，避免其他動物誤食。
- ✓ 撿拾屍體，隨垃圾打包丟棄，降低二次中毒機會。
- ✓ 動物中毒急救，請獸醫師施打維他命 K1。

### 發現猛禽虛弱或死亡請聯絡我們

聯絡單位　屏科大野保所鳥類生態研究室
電話　08-7703202 轉 6602
地址　912屏東縣內埔鄉學府路1號野保所
粉絲專頁　https://www.facebook.com/iwcraptor/
f 屏科大鳥類生態研究室

## 少用老鼠藥 多多積鷹德

指導　行政院農業委員會 動植物防疫檢疫局
製作　屏東科技大學野生動物保育所 鳥類生態研究室

認識鳥友好幫手，日夜不懈忙滅鼠。使用鼠藥無節制，毒殺幫手大損失。

**黑翅鳶** *Black-Winged Kite*
- ✓ 平地開闊地。
- ✓ 主食為老鼠。
- ✓ 日班。

**東方草鴞** *Eastern Grass Owl*
- ✓ 平地草生地、河床地。
- ✓ 主食為老鼠。
- ✓ 夜班。

**鳳頭蒼鷹** *Crested Goshawk*
- ✓ 平地、山區樹林。
- ✓ 主食老鼠、鳥類。
- ✓ 日班。

**領角鴞** *Collared Scops Owl*
- ✓ 平地和山區樹林地。
- ✓ 主食老鼠、鳥類、各種大型昆蟲。
- ✓ 夜班。

**蛇** *Snakes*
- ✓ 種類多樣，適應各種棲地。
- ✓ 捕食老鼠、蛙類為主。
- ✓ 隨時加班。

**石虎** *Leopard Cat*
- ✓ 低海拔樹林。
- ✓ 主食老鼠、鳥、兩棲爬蟲類。
- ✓ 夜班。

## 請天敵來幫忙

步驟一　用木板釘製巢箱。
步驟二　巢箱內部鋪一些泥土、落葉。
步驟三　懸掛在樹上，離地 3到5公尺。
步驟四　較大的農地每隔１００公尺放一個。

空曠田野豎立棲架，讓猛禽停棲打獵。

密閉溫室或倉庫可以養貓，並記得要先絕育！


ISSN 1017-0863
GPN：2007900008
定價：NT$35